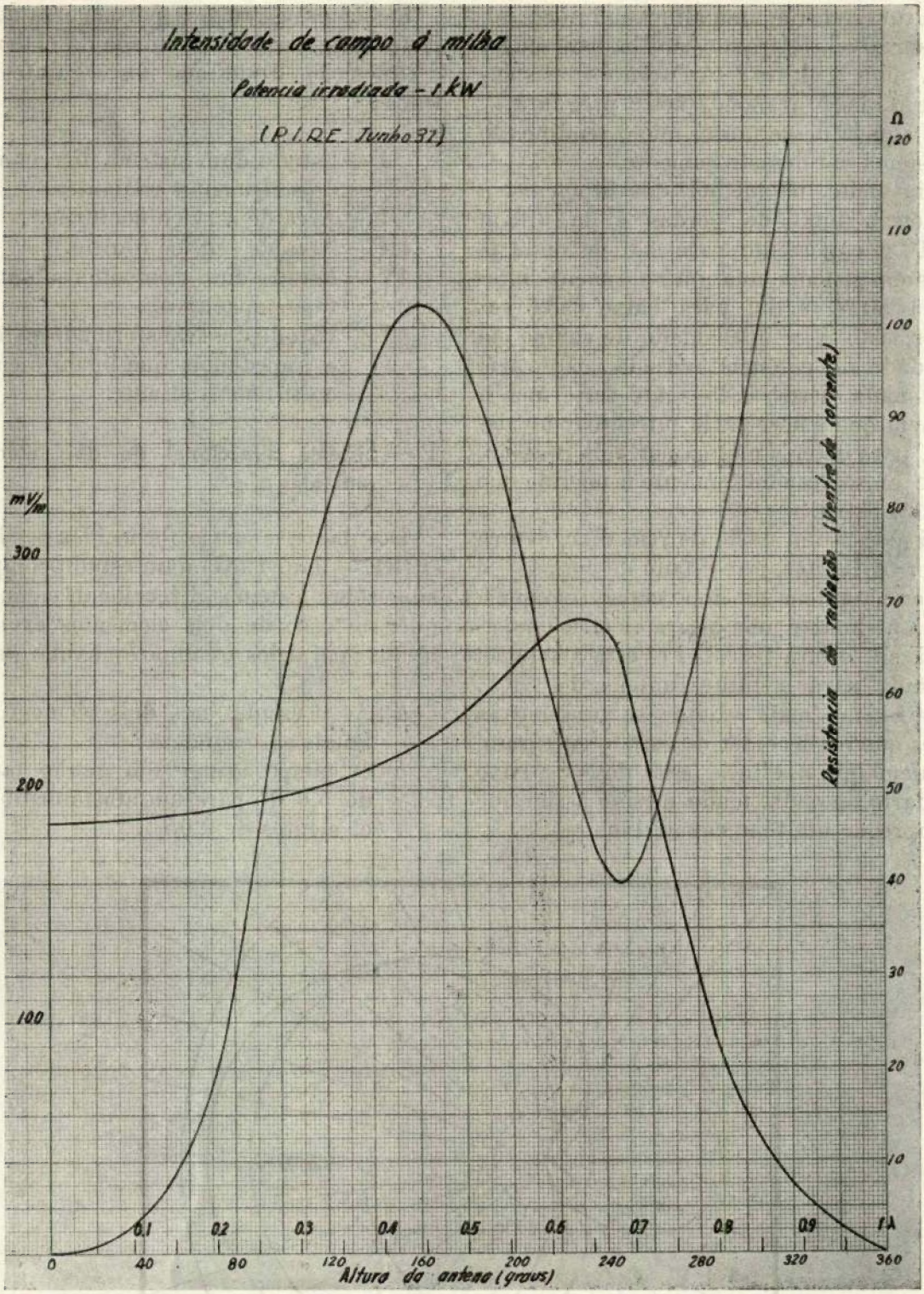


Fig. 1

tras considerações de carácter eléctrico, não será económico o emprêgo de radiadores de meia onda de altura num emissor de potência média e categoria regional e que o problema deve tentar resolver-se com elementos da ordem do quarto de onda, ou sejam 50 m.

Mas a curva mostra ainda que a diferença entre a intensidade que se obtém com

esta altura, ou com uma altura infinitesimal, é desprezível. Porque não baixar então, ainda mais a altura? A curva da resistência de radiação responde-nos à pregunta — é que aquela desce tanto, que o rendimento do sistema cai desastrosamente.

Com efeito, na melhor das hipóteses, a resistência total de perdas é da ordem dos 10 Ω e portanto para 1/8 de onda já temos um sistema com um rendimento inferior a 50 % e daí para baixo cada vez menos. Isto é, a intensidade de campo em igualdade de potência radiada, não varia quási nada desde 0,25 λ até zero, mas a potência que é necessário introduzir no sistema, para obter a mesma potência radiada, é que cresce espantosamente à medida que a altura baixa.

Há porém um modo de remediar, dentro de certos limites, êste estado de coisas — é colocar na antena um tôpo capacitivo que a obriga a simular uma altura eléctrica superior à sua altura física. Foi esta a solução adoptada para a futura antena do ERN. Porém, como mais adiante se verá, outras razões que no decorrer do estudo surgiram, impedem que a altura possa descer abaixo do quarto de onda, tendo mesmo assim que se empregar um tôpo capacitivo.

Passemos agora aos pormenores do projecto que, para simplicidade da elaboração e exposição, dividimos nos seguintes capítulos:

I — Estudo dum sistema direccional de dois elementos radiantes.
II — Área de serviço nocturno.
III — Área de serviço diurno.
IV — Estudo dum elemento radiante com tôpo capacitivo.
V — Estudo dos transformadores de fase e impedância que ligam o emissor ao sistema radiante.

I — Sistema direccional de dois elementos radiantes

Dos dados e curvas fornecidos por Brown (PIRE — Jan. 1937) num estudo completíssimo sôbre sistemas direccionais conclue-se que, no caso de dois elementos excitados, iguais e paralelos, o campo é máximo quando:

a) As correntes nos dois elementos são iguais em grandeza;
b) O campo atinge um ganho máximo de 5,6 db para um afastamento entre elementos de 0,05 λ.

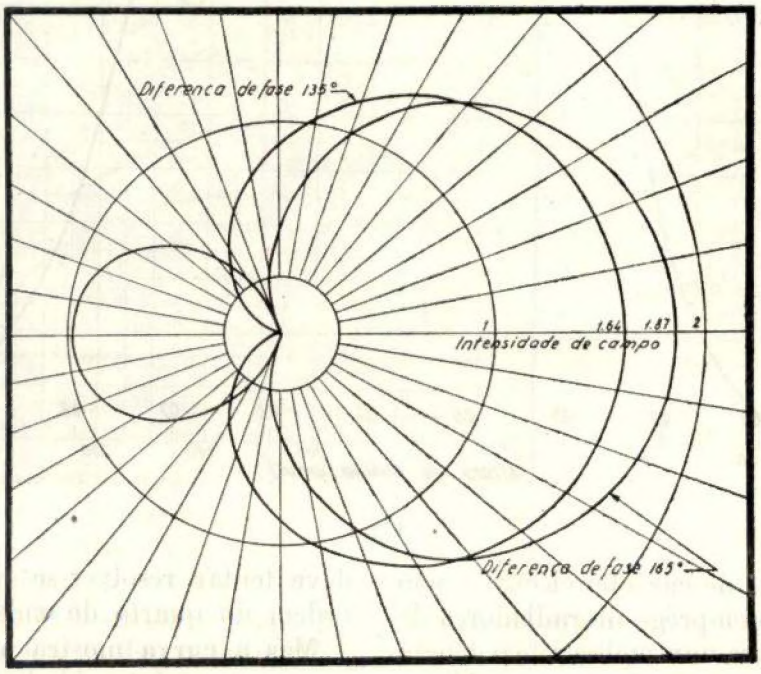


Fig. 2

c) O ganho de dois elementos em relação a um é pràticamente independente do comprimento dêsses elementos para valores entre 0,16 e 0,6 λ.

Como o afastamento de 0,05 λ entre elementos não é mecânicamente aconselhável para o comprimento de onda em questão, teremos que o aumentar para 0,125 λ, descendo o ganho ligeiramente a 5,4 db, para um desfasamento de 165° entre as correntes nos dois elementos. Com estes dados é fácil traçar o diagrama polar horizontal do sistema, obtendo-se a fig. 2, onde se verifica que há um lóbulo de radiação no sentido oposto ao principal, isto é, no sentido do mar no caso que nos interessa, e com uma intensidade quási igual à dum sistema não direccional (raio 1).

Porém se, com o mesmo afastamento dos elementos radiantes, quisermos converter êste diagrama numa cardioide, basta ajustar o desfasamento das correntes para 135° obtendo-se então o outro diagrama da fig. 2 mas reduzindo-se o ganho máximo a 4.3 db.

Como a passagem dum diagrama a outro é relativamente fácil de fazer, mesmo depois de tudo instalado, ficará para mais tarde decidir qual dos dois se usará.

II — Área de serviço nocturno

Na área de serviço nocturno costuma-se distinguir três zonas:

a) área primária;
b) área intermitente;
c) área secundária

definidas do seguinte modo:

a) Área primária é tôda a região que se estende desde o emissor até um contôrno em que a onda reflectida pela camada Heavyside, chega com uma intensidade igual a metade da onda terrestre.

b) Área de serviço intermitente é uma zona que se estende a partir da anterior e na qual, sendo a onda reflectida e a terrestre da mesma ordem de grandeza, o fading e a distorsão por êle provocada, são muito intensos dando uma recepção em muito más condições.

c) Área secundária é uma zona que se estende para além da anterior e em que, tendo já pràticamente desaparecido a onda terrestre, o serviço é assegurado pela onda reflectida e portanto sujeito a flutuações de fading, mas sem as más características da área intermitente.

Daqui se concluíu que a zona verdadeiramente interessante para o auditor é a área

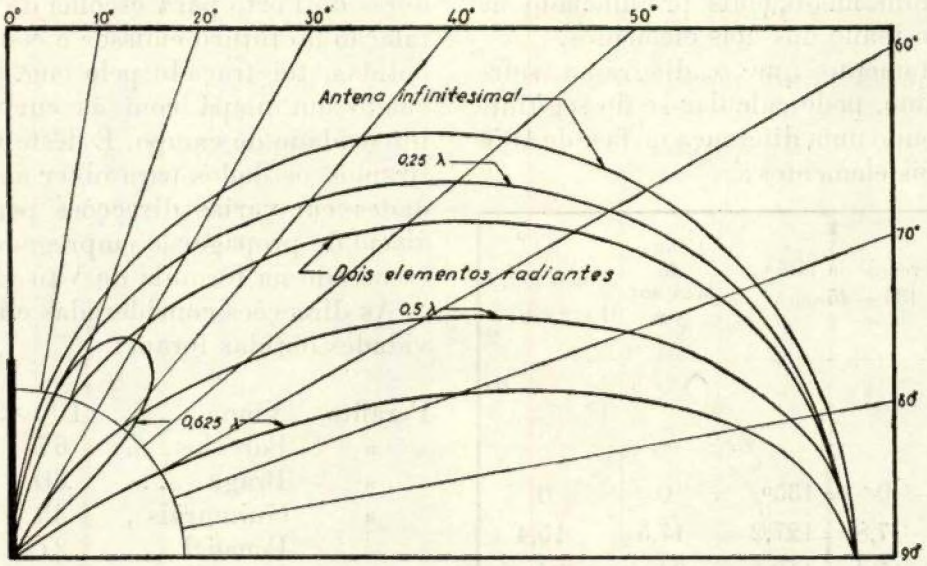


Fig. 3

primária e que no geral, ha tôda a vantagem em torná-la o mais extensa possível. Porém no caso do E. R. N., o alargamento da área primária está limitado por considerações várias, como adiante mostraremos.

Pôsto isto, passemos à determinação da área primária.

A distância a que êste contôrno fica do emissor depende apenas de três factores:

a) Forma do diagrama vertical de radiação da antena;

b) Conductividade do terreno;

c) Freqüência usada.

a) *Forma do diagrama vertical*

Se empregarmos um sistema radiante constituído por dois elementos verticais de altura aproximada do oitavo de onda, cada um dêles terá um diagrama vertical que pode ser considerado como igual ao dum elemento infinitesimal (fig. 3), mas devido à combinação dos dois elementos radiantes, o diagrama vertical é achatado ligeiramente e dum modo mais pronunciado na direcção do plano dos dois elementos.

O achatamento que o diagrama sofre naquele plano, pode calcular-se do seguinte modo, supondo uma diferença de fase de 135° entre os dois elementos:

Ângulo de elevação θ	Diferença de fase $\alpha = 135 - 45 \operatorname{sen} \theta$	Campo de uma ant. a 6°	Campo das duas ant. $H = 2h \cos \frac{\alpha}{2}$
θ	α h	θ h	H
0	135 — 0 = 135°	0	0
10	135 — 7,8 = 127,2	17,5	15,4
20	135 — 15,4 = 119,6	34	34
30	135 — 22,5 = 112,5	49	54
40	135 — 29 = 106,0	64	77
50	135 — 34,5 = 100,5	77	99
60	135 — 39 = 96,0	87	117
70	135 — 42,3 = 92,7	93	128
80	135 — 44,4 = 90,6	98	137
90	135 — 45 = 90,0	100	142

Traçando o diagrama vertical a partir dêstes números verifica-se que êle coïncide com grande aproximação com o diagrama correspondente a uma altura de um quarto de onda, tendo-se por isso tomado êste para base dos cálculos seguintes (fig. 3).

Na direcção perpendicular ao plano dos dois elementos o diagrama não sofre achatamento algum, porque a diferença de fase entre os dois campos é constante para qualquer ângulo de elevação. Nesta direcção teremos que considerar como diagrama vertical, o correspondente à antena infinitesimal.

Em direcções intermédias o diagrama terá formas intermédias entre aquelas duas, mas que não vale a pena calcular, tendo-se tomado por aproximação um ou outro dos diagramas extremos, consoante a direcção considerada.

b) *Conductividade do terreno.*

Em 1938 foram feitos ensaios nos arredores do Pôrto para escolha do local de instalação do futuro emissor e com as medidas obtidas, foi traçado pelo eng. Bordalo Machado um mapa com as curvas de igual intensidade de campo. É dêste trabalho que tiramos os dados para obter as conductividades em várias direcções por meio dum ábaco de propagação empregado pela RCA e baseado na fórmula de Van Der Pol.

As direcções consideradas e as conductividades obtidas foram:

Perafita	Viana....	100×10^{-15} u. e. m
»	Barcelos...	67
»	Braga.....	60
»	Guimarãis .	33
»	Penafiel ...	27
»	Viseu.....	33
»	Aveiro	80

Para achar o valor da onda reflectida admitimos como é costume as seguintes condições:

a) Intensidade da onda propagada no espaço variando na razão inversa da distância.

b) Camada de Heavyside a 100 km de altura.

c) Absorção de 20 % na camada reflectora.

Para facilitar os cálculos construimos o seguinte quadro

Distâncias d		Ângulo	Percurso	Valor do campo à milha	Redução do campo á dist. d com 80 % de absorção
milhas	km	$\theta = \text{arctg} \frac{200}{d}$	$c = \frac{d}{\cos \theta}$		
18,7	30	81°,5	202 km	11,6 %	0,00074
21,8	35	80,0	203	12,9	0,00082
25	40	78,7	203	15,6	0,00100
28	45	77,3	204	17,8	0,00112
31	50	76,0	206	19,8	0,00124
34	55	74,6	207	21,5	0,00133
37	60	73,3	209	23,5	0,00144
40,5	65	72°,0	210	25,2	0,00154
43,5	70	70°,7	212	27,0	0,00164
46,5	75	69,4	213	28,8	0,00174

Neste quadro, d é a distância a que fica do emissor o ponto onde chega a onda reflectida e c é o percurso que ela faz no espaço

Como a área primária é independente da potência radiada supusemos por simplicidade, que o campo terrestre não atenuado a uma milha era de 1.000 mv/m. Nestas condições, o campo radiado para cima, nas várias direcções, tem valores a uma milha, que são dados em percentagem do campo terrestre, pelos números da penúltima coluna e depois de reflectido, chega com um valor que, em fracção da onda terrestre à milha, é dado pelos números da última coluna.

Utilizando o ábaco de propagação acha-se, por tentativas, qual a distância a que o campo terrestre tem um valor duplo do campo reflectido e assim, obtivemos os seguintes números :

Direcções	$\lambda^2 \sigma$	Limite da zona primária
Viana.	5	60 km
Barcelos	3	50 »
Braga	2,5	45 »
Guimarãis.	1,5	37 »
Penafiel.	1,2	35 »
Viseu.	1,5	37 »
Aveiro	3,6	53 »

Marcando no mapa (fig. 4) estas distâncias vemos que o contôrno excede um pouco Viana, bastante menos Braga, não atinge Guimarãis nem Lousada e passa sôbre Penafiel (traço cheio).

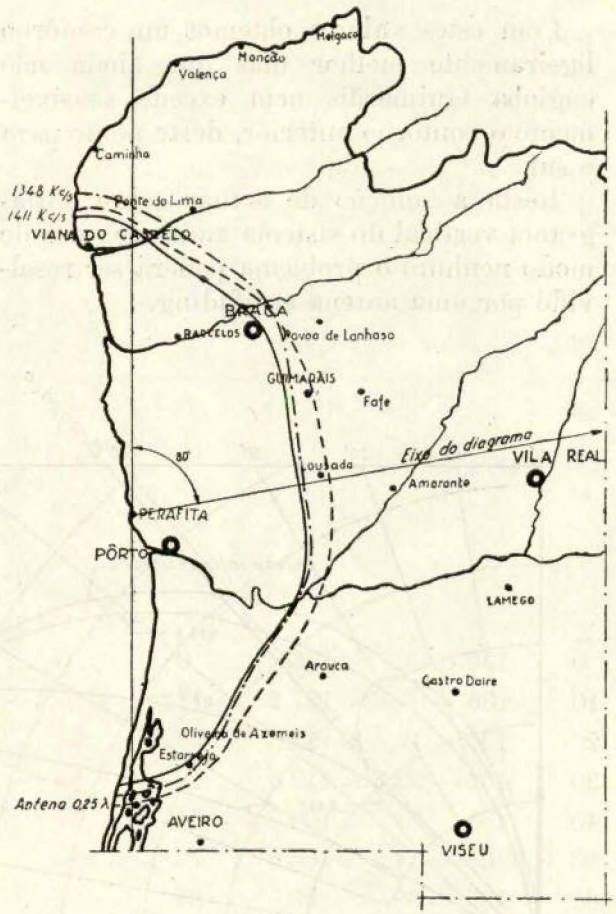


Fig. 4

Não parece portanto que a solução satisfaça e por isso, verifiquemos se uma descida

na freqüência melhoraria os resultados. A única freqüência com possibilidades de utilização, por fôrça das Convenções Internacionais, é 1348 kc, em cuja hipótese obtemos os seguintes números:

Direcções	$\lambda^2 \sigma$	Limite da área primária
Viana.	5,5	65 km
Barcelos	3,3	55 »
Braga	3,0	50 »
Guimarãis.	1,6	37 »
Penafiel.	1,3	35 »
Viseu.	1,6	37 »
Aveiro	4,0	55 »

Com estes valores obtemos um contôrno ligeiramente melhor mas que ainda não engloba Guimarãis nem excede sensìvelmente o contôrno anterior, dêste ponto para o sul.

Resta a solução de actuar sôbre o diagrama vertical do sistema radiante, mas de modo nenhum o problema poderá ser resolvido por uma antena antifading.

Com efeito, se o emprêgo duma antena destas nos viria dar uma área primária com um raio nunca inferior a 100 km, devemos contudo lembrar que tôda a área secundária da província de Trás-os-Montes ficaria pèssimamente servida, porque o raio reflectido que atinge Bragança, por exemplo, teria uma intensidade inferior a metade da que se obteria com o diagrama vertical correspondente a uma antena de um quarto de onda. E tôda a área antes de Bragança ainda em piores condições ficaria como se pode ver pelos diagramas da fig. 5.

Em nosso entender, o problema deve ser resolvido por um sistema radiante com um diagrama vertical achatado só o suficiente, para a área primária cobrir o importante centro de Guimarãis, mantendo-se o máximo de radiação vertical compatível com êste desideratum, para assim se assegurar uma onda reflectida o mais intensa possível na região de Trás-os-Montes.

Suponhamos então que utilizamos dois elementos radiantes com um diagrama vertical correspondente à antena de 1/4 de onda de altura.

No plano dos dois elementos teremos um diagrama vertical dado pelo seguinte quadro:

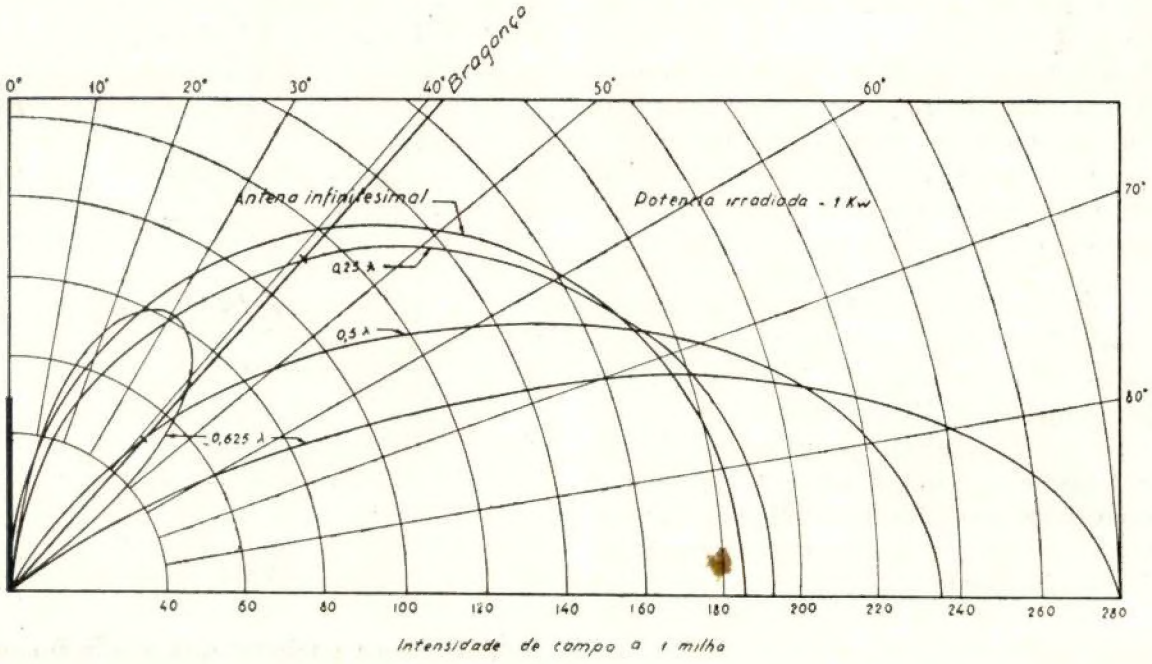


Fig. 5

Ângulo de elevação θ	Diferença de fase $\alpha = 135 - 45 \operatorname{sen} \theta$	Campo de uma ant. a 6°	Campo das duas ant. $H = 2h \cos \frac{\alpha}{2}$
θ	α h	θ	H
0	135 — 0 = 135°	0	0
10	135 — 7,8 = 127,2	10	8,8
20	135 — 15,4 = 119,6	28	28
30	135 — 22,5 = 112,5	41	45
40	135 — 29,0 = 106,0	55	66
50	135 — 34,5 = 100,5	69	88
60	135 — 39,0 = 96,0	82	110
70	135 — 42,3 = 92,7	92	127
80	135 — 44,4 = 90,6	97	136
90	135 — 45 = 90,0	100	142

Obtemos o diagrama designado na fig. 3 por dois elementos radiantes.

Calculando como há pouco, a intensidade da onda reflectida obtemos o quadro junto

Distância d		Ângulo	Percurso	Valor do campo à milha	Valor do campo à dist. d com 80 % de absorção
milhas	km	$\theta = \operatorname{arctg} \frac{200}{d}$	$c = \frac{d}{\cos \theta}$		
25	40	78,7	203	9,6 %	0,00061
28	45	77,3	204	11,6 %	0,00073
31	50	76	206	13,9 %	0,00087

e trabalhando em seguida com o ábaco de propagação achamos, para as três direcções que nos interessam por agora, os seguintes valores para limites da área primária:

Perafita — Guimarãis . . 43 km
» — Penafiel . . . . 40 »
» — Viseu . . . . . 43 »

Para as outras direcções não interessa calcular os valores, pois o contôrno deve aproximar-se do achado anteriormente, para o sistema de 1/8 de onda de altura. Vemos pelo mapa que êste contôrno pode já considerar-se como resolvendo o problema da área primária.

Exige porém o emprêgo de radiadores com um diagrama vertical correspondente a uma altura de 1/4 de onda, ou mesmo um pouco superior para maior segurança. Significa isto que os elementos radiantes terão que ter uma altura que poderá talvez ser ligeiramente inferior ao quarto de onda — o cálculo depois dirá — e que o tôpo deve ser carregado de modo a simularem uma altura superior, ao mesmo tempo que se melhora o seu rendimento por um aumento da resistência da radiação.

III — Área de serviço diurno

Durante o dia a ausência de onda reflectida nas freqüências da gama 500-1500 kc/s faz desaparecer o problema do fading e dá uma área de serviço útil que é função da potência do emissor.

Esta área de serviço é sempre muito mais reduzida do que a nocturna e estende-se mais ou menos, consoante a intensidade de campo necessária à região a cobrir. No caso do E. R. N. trata-se duma zona rural, para a qual está estabelecido que é suficiente uma intensidade de 0,5 mv/m e, em casos de localização favorável do receptor, pode até mesmo descer-se aos 0,2 mv/m. Sem adoptar contudo uma posição de optimismo exagerado, tomaremos o contôrno de 0,5 mv/m como limite da área de serviço diurno.

Com uma antena de altura um pouco superior a 0,25 λ teremos uma intensidade não atenuada a 1 milha de 200 mv/m para 1 kW radiado (fig. 1).

Admitindo um rendimento de 50 % para o sistema radiante iremos obter, à mesma distância, com um emissor de 10 kW um campo de

$$H = 200 \sqrt{10 \times 0,5} = 450 \text{ mv/m}$$

Multiplicando agora êste valor pelo ganho que o sistema direccional dá nas diferentes direcções e entrando com os valores obtidos no ábaco de propagação, obtemos o seguinte quadro para a intensidade à milha

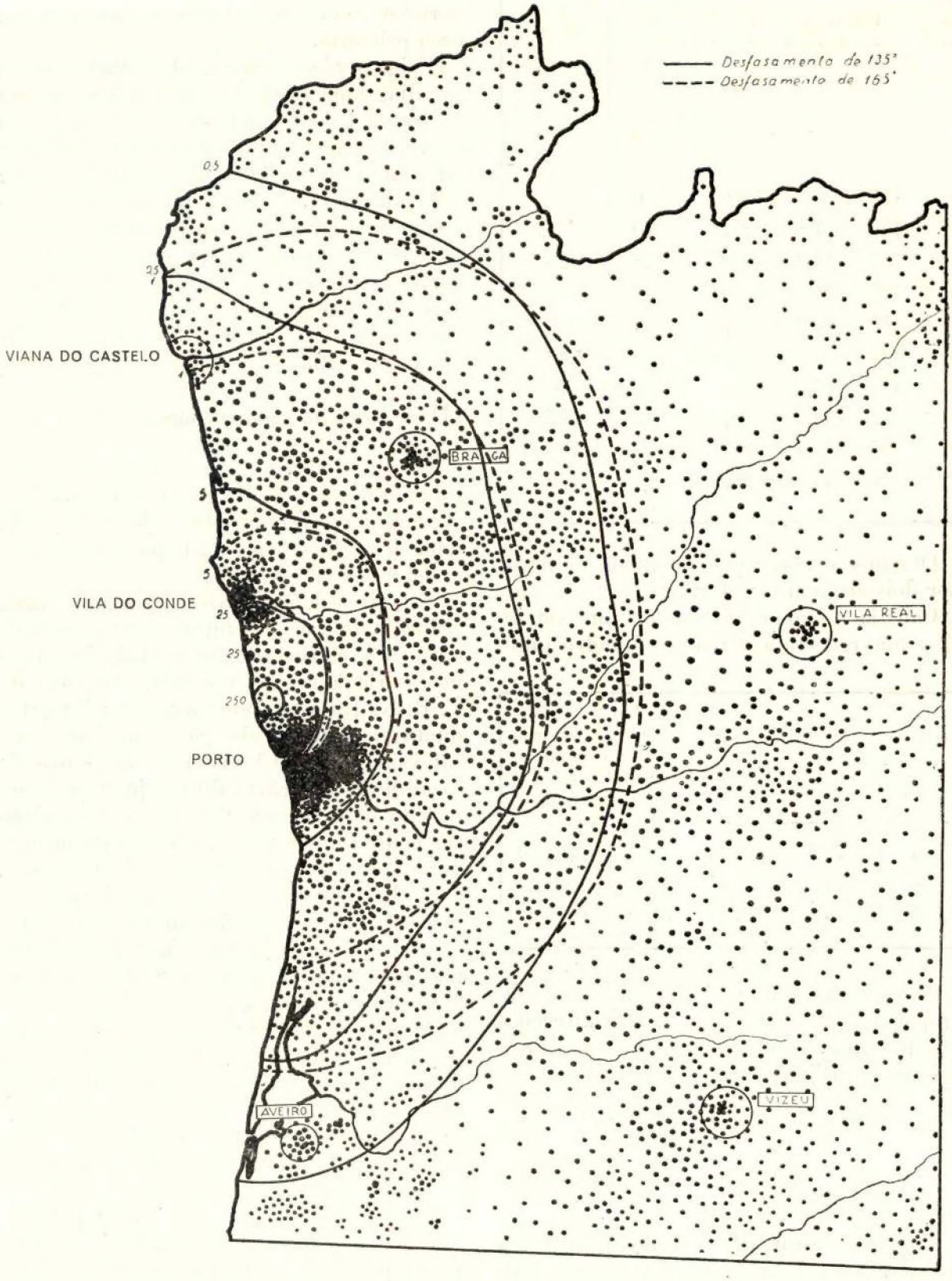

Desfasamento de 135°
Desfasamento de 165°
0,5
25
VIANA DO CASTELO
BRAGA
5
5
VILA DO CONDE
25
25
250
PORTO
VILA REAL
AVEIRO
VIZEU

Fig. 6

e a distância em quilómetros aos contornos de 250, 25, 5, 1 e 0,5 mv/m.

O contôrno de 250 mv/m limita a zona de saturação, isto é, a zona dentro da qual um receptor sensível funciona sempre em más condições por se encontrar saturado.

O contôrno de 25 mv/m é importante porque corresponde à intensidade mínima admissível numa zona densamente urbanizada como é a capital do Norte. Observaremos contudo que a posição dêste contôrno em relação ao Pôrto deve ser mais favorável do que a indicada no mapa de densidade demográfica anexo. Com efeito, a sua posição foi determinada a partir da conductividade média achada entre Perafita e pontos muito para além daquela cidade e um exame dos terrenos mostra que, entre o futuro emissor e o Pôrto, a conductividade é bastante maior.

Por conseqüência a atenuação nesta zona é menor e o contôrno dos 25 mm deve situar-se, naquela direcção, a uma distância maior.

Direcções	Diagrama 135°						Diagrama 165°					
	milha	250	25	5	1	0,5	milha	250	25	5	1	0,5
Viana	405	2,4	14,5	32	65	80	225	—	9,5	24	51	66
Barcelos	530	2,8	13	27,5	55	75	465	2,5	12,5	26,5	53	71
Braga	630	3,1	13	27	53	71	640	3,1	13	27	53	71
Guimarãis	700	3	10,5	21	42	60	780	3,2	11	22,5	45	63
Penafiel	720	2,7	9,5	18,5	40	53	830	3	10	20	42	56
Viseu	610	2,4	10	20	40	56	610	2,4	10	20	40	56
Aveiro	405	2,2	12,5	22,5	55	72	225	—	9	21	42	56

Finalmente uma conclusão importante resulta da comparação dos contornos correspondentes aos dois diagramas previstos — é que o desfasamento de 165°, dando um ganho maior no sentido do interior, não compensa o que se perde na direcção norte-sul. A conclusão definitiva só deve ser tirada experimentalmente, depois do emissor instalado, mas desde já se pode prever que o diagrama em cardioide deve ser mais favorável.

(Continua)

Influência da carga no ponto de início de amolecimento dos materiais refractários

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL (I. S. T.) JÚLIO CORRÊA GUEDES

I

Os ensaios que antigamente se faziam sôbre materiais refractários, e que constituíam o único critério de avaliação e escolha de um determinado produto, eram a análise química e o ponto de fusão Seger.

Êstes ensaios, ainda que forneçam indicações interessantes sôbre um produto em estudo e se façam correntemente, são, como se sabe hoje, duma insuficiência comprovada, ainda que necessários.

O ponto de fusão Seger, não pode fornecer, no que diz respeito ao comportamento do refractário ao fogo, senão indicações de valor muito relativo. Na verdade, podemos encontrar em dois produtos de diferente qualidade, um ponto de fusão Seger mais baixo no produto de melhor qualidade, apresentando o material de peor qualidade, um ponto de fusão mais elevado, conservando-se no último caso o cone de ensaio rígido graças à existência de um esqueleto de chamotte que o mantém em posição, a-pesar da massa do ligante poder estar quási completamente liquefeita.

Em tudo o que dissermos, chamaremos qualidade dum refractário à sua maior ou menor resistência ao fogo e em carga, isto é à maior ou menor temperatura máxima, à qual o material sob carga não acusa qualquer deformação; assim como sempre que nos referirmos a comportamento do refractário ao fogo, nos reportaremos ao seu comportamento nas condições de trabalho industrial.

Pelo que ficou dito se vê, que um alto valor do ponto de fusão Seger, não permite só por si conduzir a um bom prognóstico quanto ao comportamento do produto, não sendo a recíproca, evidentemente, verdadeira. O ponto de fusão Seger de um material refractário, não corresponde nem ao ponto de início de amolecimento nem ao ponto de fusão franca, não divergindo no entanto, sensìvelmente, dêste último.

* * *

A análise química dos produtos sílico-aluminosos tinha principalmente por finalidade a determinação do teor em alumina. Pensava-se antigamente duma maneira quási dogmática, que a qualidade de um produto sílico-aluminoso era tanto melhor, quanto mais elevado fôsse o teor. Evidentemente que êste é, ainda hoje, considerado como tendo uma importância grande, mas já não, de modo algum, primordial.

O antigo critério, era baseado na interpretação do diagrama de equilíbrio termodinâmico do sistema $SiO^2-O^3Al^2$. Porém, na prática, não tratamos realmente com sistemas binários mas múltiplos, onde além dêstes dois elementos entram ainda, na maioria dos casos, o O^3Fe^2, TiO^2, OCa, OMg, álcalis, etc.

Lembremos também o seguinte facto ainda não satisfatòriamente explicado: Terras refractárias da mesma composição química, mas de origem e idades geológicas diferentes, não se comportam da mesma maneira durante a cozedura, conduzindo a produtos de propriedades térmicas e mecânicas diferentes.

Estas e ainda outras razões (temperatura e duração de cozedura, percentagem de chamotte, etc.), conduzem a resultados prá-

ticos absolutamente discordantes dos fornecidos pela interpretação à letra do diagrama de equilíbrio $SiO^2 - O^3Al^2$.

Assim, Lepingle, em trabalho apresentado ao IX Congresso de química industrial, depois de fazer a classificação dos produtos sílico-aluminosos pelo seu teor bruto em alumina, e segundo as três qualidades mais correntes:

Refractários	a 20-25 %	de	O^3Al^3
»	a 30-35 %	de	»
»	a 40-45 %	de	»

conclue que:

«Se duma maneira geral, podemos chegar a estabelecer uma freqüência definida de mais ou menos 50° para as temperaturas dos pontos de amolecimento das categorias estudadas, há também em muitos casos, cavalgamento completo dessas categorias».

O teor bruto em alumina está portanto longe de permitir só por si, esperar determinado resultado termo-técnico, ou definir a qualidade de um produto sob êste aspecto.

II

Mais recentemente, começaram a fazer-se outros ensaios de materiais refractários, que, em conjunto, permitem fazer um juízo mais completo e um prognóstico mais seguro, quanto ao comportamento do mesmo ao fogo.

Entre estes ensaios citaremos, as determinações da densidade real e aparente, porosidade, resistência às variações bruscas de temperatura, resistência à corrosão, resistência à compressão a frio, análise dilatométrica, etc., e o ensaio de fusão em carga.

Êste último, é porém, aquele que, só por si, independentemente de quaisquer outras indicações, permite de uma maneira mais segura, ajuizar do valor do material em estudo. Antes porém de fazermos uma descrição sumária do processo mais geralmente preconizado para a realização dêste ensaio, vamos passar em revista ràpidamente certo número de noções técnicas, indispensáveis a sua perfeita compreensão. Os materiais sílico-aluminosos de boa qualidade, são fabricados a partir de uma mistura de chamotte (barro refractário cozido) e terra crua (que tem funções de ligante), em proporções variáveis. A massa assim obtida é amassada com a quantidade de água considerada conveniente, e, depois de sofrer apodrecimento é moldada, sêca e finalmente cozida.

Vê-se assim que o produto resultante é heterogéneo, dependendo as suas propriedades em grande escala, da percentagem, temperatura e duração de cozedura de chamotte, da qualidade da terra crua e da temperatura e duração da cozedura do produto final. Quìmicamente, é êste constituído, como já foi dito, por SiO^2 e O^3Al^2, em proporções mais ou menos variáveis, e diversas impurezas, que podem ou não actuar como fundentes, em quantidade e número maior ou menor, tais como o O^3Fe^2, OCa, TiO^2, OMg, SiO^2 livre, etc.

Do exame do diagrama de equilíbrio termodinâmico do sistema SiO^2-O^3Al^2, podemos extrair alguns princípios aplicáveis ao estudo do comportamento dos materiais refractários sílico-aluminosos, quando expostos à acção de uma fonte de calor de temperatura crescente, feitas evidentemente tôdas as restrições já atrás apontadas quando à impureza e heterogeneidade dos materiais, e às influências relativas à origem e idade geológica das terras usadas como matérias primas, independentemente da composição química que possuem.

Os únicos compostos químicos definidos pela sistema são:

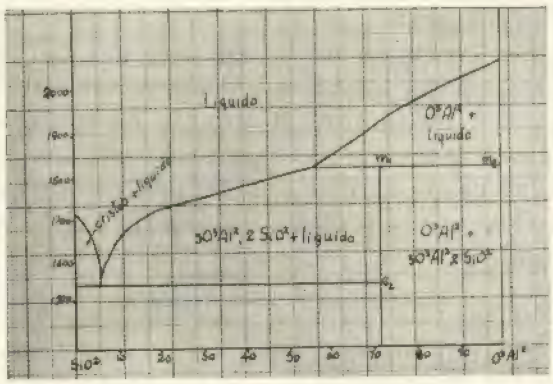


Fig. 1

a) A sílica nas várias formas alotrópicas em que pode aparecer, quartzo α e β, trydimite α, β e γ e cristobalite α e β.

b) Um composto instável à temperatura de fusão do eutético — a sillimanite ($SiO^2 . O^3Al^2$).

c) Um composto instável à temperatura de fusão — a mullite ($_2SiO^2 . _3O^3Al^2$).

d) A α — Alumina.

Êste sistema, considerado a alta temperatura, reduz-se a três dêstes constituintes que são: a SiO^2, a O^3Al^2 e a mullite, pois que a sillimanite é instável à temperatura de fusão do eutético, como dissémos.

Uma mistura qualquer, considerada a baixa temperatura e num estado estável, não pode compreender mais de dois constituintes.

Se aquecermos uma tal mistura gradualmente, uma vez atingida a temperatura de fusão do eutético, tem lugar o aparecimento de uma fase líquida, verificando-se êste sempre à mesma temperatura, qualquer que seja a composição da mistura, desde que esteja compreendida entre as duas mesmas verticais. Mas, a quantidade de matéria fundida e a duração de eutèxia, dependem dessa composição.

Entende-se por duração de eutèxia, o espaço de tempo durante o qual tem lugar a fusão da parcela máxima, susceptível de ter a composição do eutètico, quando o sistema é submetido a um processo progressivo de aquecimento.

Sendo assim, é evidente portanto que, uma mistura de composição igual à do eutètico, terá uma duração de eutèxia máxima e fundirá completamente à temperatura de 1545°.

Se o sistema fôr constituído por SiO^2 no estado puro, ou a mistura tiver composição igual à da mullite, a duração de eutèxia é nula e a temperatura de fusão será no primeiro caso — 1.710° e no segundo — 1.810°.

Ora a composição do eutético, é a seguinte:

Mullite	8,55 % (~ 6 % O^3Al^2)
Cristobalite . . .	91,45 %

A par disso, em tôda a região que se estende de 6 a 71,83 % de O^3Al^2, a fase sólida a 1545° é constituída ùnicamente por mullite. Portanto, se fôr *a* a percentagem de alumina é *c* a percentagem de fase líquida, teremos para qualquer composição:

$$\text{Mullite total} = \frac{100 \times a}{71,83} = 1,392\ a$$

e:

$$c = 109,3 - 1,522\ a$$

Se, no que diz respeito à duração de eutèxia, fizermos idênticos raciocínios quanto à formação do outro eutètico do sistema que funde a 1810°, podemos representar esta variável no nosso diagrama, traçando pelos pontos eutèticos paralelas ao eixo das concentrações, e elevando, nos pontos figurativos destas, vectores perpendiculares àquela direcção de comprimento proporcional à duração de eutèxia.

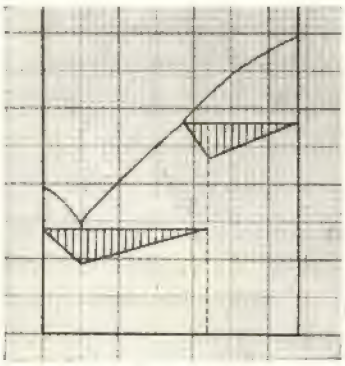


Fig. 2

Do exame do diagrama e das considerações feitas, resulta que todo o refractário sílico-aluminoso apresenta um princípio de fusão a 1545°, sendo a duração de eutèxia tanto mais curta, quanto mais elevado fôr o teor em alumina.

Contudo, como nos produtos industriais se encontram sempre impurezas, estas alteram as condições do sistema estudado, dando origem a novas misturas eutéticas de ponto de fusão mais baixo.

Em tudo o que dissemos, supusemos que o sistema estava em estado de equilíbrio químico e, que só existiam na amostra pro-

dutos compatíveis como êste equilíbrio. Ora, o meio em que estas transformações se passam é extremamente viscoso, evoluindo as reacções químicas com grande lentidão. Daqui deriva um heterogeneidade da massa, contendo sempre o sistema compostos capazes de permitir a formação do eutético de baixo ponto de fusão. Essa heterogeneidade, é de resto conferida voluntàriamente aos produtos refractários, pois que são fabricados com uma mistura de terra crua e de chamotte, cujos componentes se não têm composição química diferente, estão pelo menos em diferentes graus de transformação, em virtude da cozedura prévia sofrida por esta.

Se o número de constituintes aumenta, multiplicam-se as possibilidades de formação de eutéticos de baixo ponto de fusão.

São ainda factores de influência a mencionar, a porosidade, granulometria, origem e idade geológica das terras e processos de fabricação.

* * *

Pelo simples aquecimento de uma peça refractária, é impossível pôr em evidência o ponto de temperatura ao qual se dá um comêço de amolecimento.

Com efeito, a parcela de princípio fundida, é muito pequena e viscosa, formando as partes que se conservam rígidas um esqueleto suficientemente robusto para que a peça não ceda sob a acção do próprio pêso.

Para que essa deformação seja visível, é preciso que a fase líquida exista já em quantidades apreciáveis e que a avaliação seja feita com o auxílio de métodos rigorosos e de grande sensibilidade.

Pelo contrário, se se aquece a peça estando esta submetida a uma carga convenientemente escolhida, num aparelho munido de dispositivos registadores de deformação, a aparição da fase líquida corresponderá ao princípio de encurtamento da amostra, sendo assim possível, acompanhar e registar a marcha do amolecimento.

É nisto que consiste o ensaio de fusão em carga.

O aparelho por nós usado para a realização dêstes ensaios é o representado nas fotografias juntas (Fig. 3, 4 e 5).

O forno utilizado, é um forno eléctrico de resistência constituída por enchimento de carvão granulado, trabalhando à intensidade

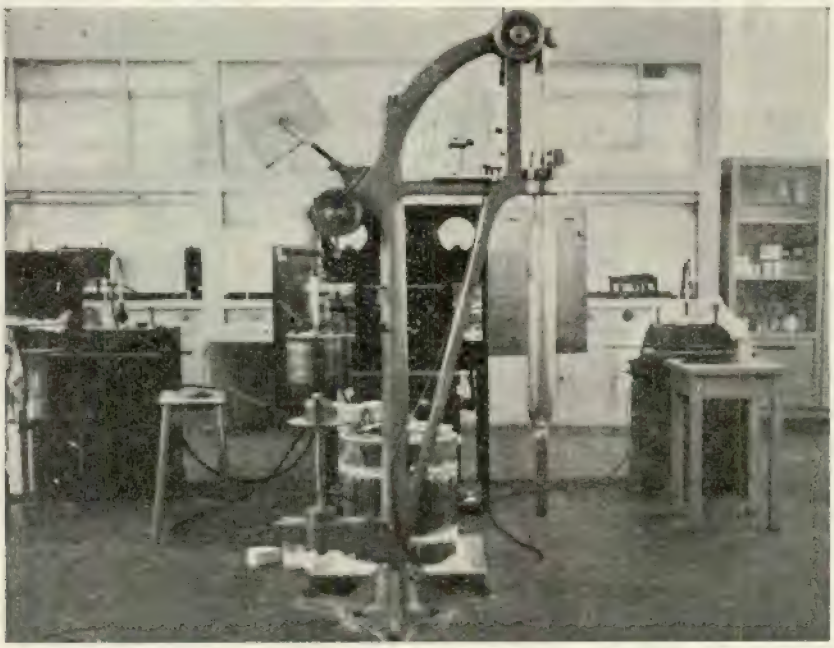


Fig. 3

aproximada de 200 Ampères, sob 120 Volts. O aparelho registador é constituído por um

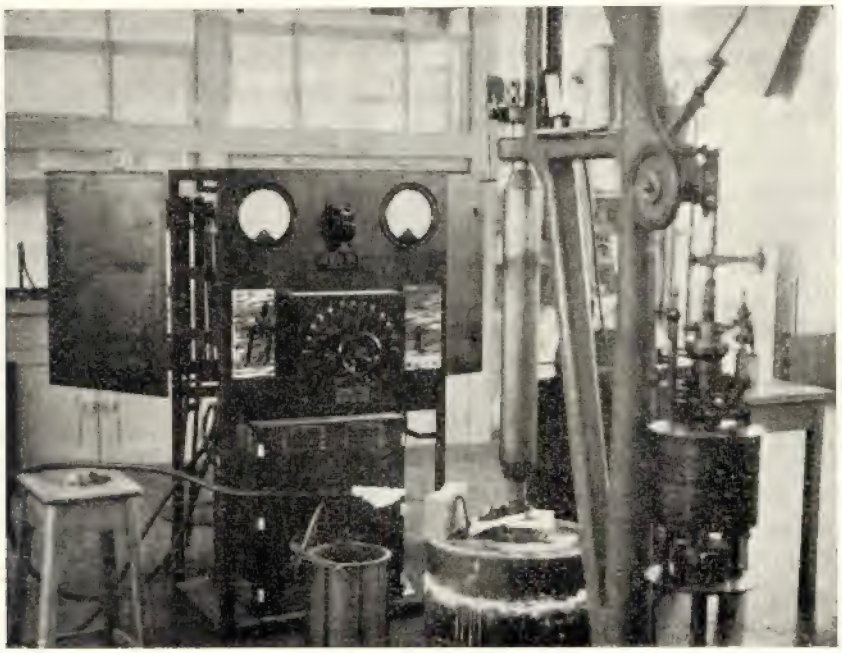


Fig. 4

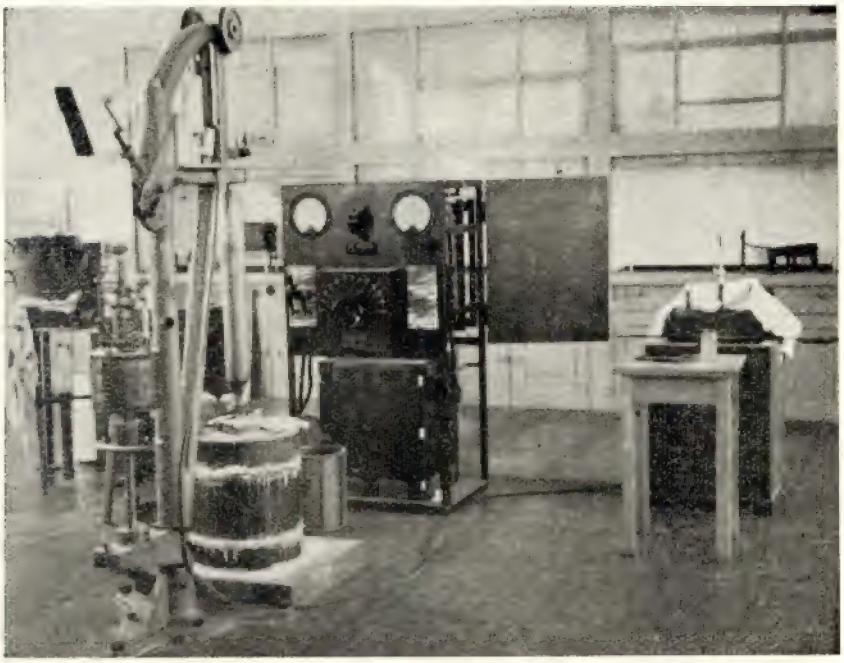


Fig. 5

tambor com movimento de relojoario, sôbre o qual se desloca uma agulha, solidária com a roldana onde passa o cabo de suspensão do pilão compressor. Para a determinação do ponto de fim de dilatação e início de amolecimento, dispõe o aparelho de um sis-

tema óptico, constituído por uma lâmpada de projecção, cujo feixe de luz resultante incide sôbre um sistema de espelhos e se vai projectar sôbre nm écran. A ampliação conseguida é de 1:100.

A temperatura da amostra é medida de 5 em 5 minutos, por uma luneta pirométrica de desaparição de filamento.

As amostras de ensaio, são cilindros de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura. A carga dos ensaios normais do aparelho é de 2 kg/cm², e a velocidade de aquecimento de 6°/minuto, conservando-se os produtos examinados suficientemente viscosos para que o andamento da curva não seja afectado por uma pequena variação da velocidade de aquecimento.

IV

Sabe-se já hoje, no entanto, que no seio dos materiais refractários se passam transformações a temperaturas inferiores àquelas em que são denunciadas as primeiras variações de estado, por qualquer ensaio feito nas condições atrás descritas. Isto é, o ensaio normal de fusão em carga, é insusceptível de assinalar certas alterações que se dão na constituïção dos refractários, antes da aparição do ponto de início de amolecimento.

Estas alterações foram pela primeira vez postas em evidência por Leplinge, usando para isso dum método indirecto que consistiu em fazer sôbre o mesmo produto cozeduras prévias a temperaturas variáveis sôbre amostras cilíndricas de 35 mm de diâmetro, e ensaiando depois essas amostras à compressão a frio.

Os resultados obtidos nestes ensaios, variam notàvelmente com a temperatura da cozedura prévia. Podemos dizer que duma maneira geral, não há diferenças importantes enquanto a amostra não é aquecida a temperaturas superiores a 750°. Daí para cima, quando o aquecimento se faz a 1000°, 1250° e 1500°, nota-se em todos os casos uma generalização do aumento da resistência à compressão, podendo ir até 2 a 3 vezes o valor inicial, obtido sem aquecimento prévio. Em qualquer caso se nota alteração dêste valor por exposição prolongada a temperaturas inferiores às obtidas para ponto de início de amolecimento, pelo ensaio atrás descrito.

Pelo simples exame das amostras após o esmagamento, é possível constatar que a estrutura do produto foi modificada mais ou menos profundamente segundo os casos, sendo observáveis: aparição localizada ou generalizada de núcleos vitrosos, princípio de fusão com perda de substância, mudança de côr, alteração das dimensões, etc.

A existência de transformações a esta temperatura, era, de resto, já conhecida anteriormente.

Com efeito, Bodin, ensaiando à compressão a diferentes temperaturas alguns produtos sílico-aluminosos, verificou que, regra geral, os materiais apresentavam dois pontos de resistência reduzida, um à roda de 800° e outro a 1.200°. Entre estas temperaturas, e quási sempre a 1.000°, o valor da resistência passava por um máximo que em muitos casos, correspondia ao maior valor da resistência do produto.

Assim verificámos que, por aquecimento gradual dum material refractário, antes de atingirmos o ponto correspondente ao início de amolecimento, se dão nêle transformações não denunciáveis pelo ensaio de fusão em carga, e que se traduzem por uma alteração das propriedade mecânicas do produto.

De que natureza são porém estas transformações?

É evidente que se o refractário foi bem cozido, não podemos esperar qualquer modificação de ordem química, sendo apenas admissíveis alterações de ordem física, tais como, transformações alotrópicas, modificações conseqüentes da porosidade, etc.

Mas, claro que, já antes do ponto de início do amolecimento indicado no ensaio, tem lugar também o aparecimento de núcleos fundidos, mas em tão pequena extensão, de tão grande viscosidade e tão descontìnuamente dissiminados, que apesar da sua existência a amostra não cede sôbre a carga normalmente empregada.

Sendo assim, é lógico que, por um aumento contínuo da carga empregada, seja possível denunciá-los, senão quando do seu aparecimento pelo menos mais cedo na sua pro-

gressão e de modo a estabelecer as relações da variação da carga com o ponto de início de amolecimento, e deduzir daí possìvelmente, alguma lei geral ou aproximada.

Foram estas considerações e aquela finalidade, que deram origem ao nosso trabalho.

O conhecimento duma tal lei, teria a nosso ver duas vantagens:

Em primeiro lugar, dado determinado produto refractário e os resultados de um ensaio de amolecimento em carga dêsse mesmo produto, seria possível predizer duma maneira aproximada qual o ponto de início de amolecimento do material sob outra carga qualquer.

Os ensaios de fusão em carga, fazem-se normalmente à carga de 2 kg/cm² como já foi dito.

Se é certo que as cargas de emprêgo dos materiais, na prática industrial, não são usualmente superiores àquele valor, é verdade também que muitos casos há em que podem sê-lo, encontrando aqui o resultado que pretendemos obter, uma primeira aplicação prática.

Por outro lado, o conhecimento de uma lei da variação da carga com a temperatura a que tem lugar o ponto de início de amolecimento, seria mais um passo para o conhecimento da constituïção, e propriedades dos materiais refractários, o que só por si tem valor, porque, se algumas vezes assim não acontece, outras porém, pelo contrário, é o melhor conhecimento das propriedades dos produtos que pretendemos fabricar, que levam a modificações e melhoramentos por vezes importantes dos processos de fabrico.

* * *

O ensaio de fusão em carga, é normalmente feito, como dissemos, à carga de 2 kg/cm², considerada na grande maioria dos casos suficiente para denunciar o aparecimento de uma fase líquida no seio do material em estudo.

Quanto à influência da carga, a nosso conhecimento, é opinião geralmente aceite que, até 3 kg essa influência é pequena, tornando-se daí para cima acentuada. Estas considerações, parecem não estar de acôrdo com as anteriores. Tal acontece com as conclusões a que chegámos.

O nosso trabalho foi realizado sôbre quatro tejolos sílico-aluminosos da Fábrica da Abrigada, pelos processos descritos e às cargas de 0 . 5 , 1 , 2 e 4 kg/cm².

Os materiais ensaiados, que nos foram fornecidos acompanhados da respectiva análise química, têm a seguinte composição:

	Tejolo A	Tejolo B	Tejolo C	Tejolo D
P.R ...	0,35	0,13	0,34	0,25
SiO^2	69,42	85,74	64,08	72,68
O^3Fe^2 ..	0,51	0,90	1,58	2,38
O^3Al^2 ..	29,10	11,60	31,10	23,81
OCa	0,58	1,63	0,94	0,67
OMg ...	0,21	0,44	0,50	0,33
TiO^2 ...	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

As curvas relativas aos ensaios estão representadas juntas, e nelas estão indicados os pontos de início de amolecimento e os pontos relativos a um amolecimento de 5,10 e 40 % em relação ao comprimento máximo da amostra, isto é, ao comprimento que possui no momento em que começa a encurtar-se (Figs. 6, 7, 8, 9).

Os pontos relativos a 5, 10 e 40% de amolecimento, são determinados nas próprias curvas. O mesmo não acontece com os pontos de início de amolecimento, que ainda que estejam também marcados sôbre as curvas, não foram determinados a partir delas, mas sim por intermédio do dispositivo óptico de que o aparelho está provido e a que já nos referimos, que permite muito maior precisão, por fornecer uma ampliação dos deslocamentos muito mais considerável que o registador gráfico, a partir do qual se constrói a curva.

Estão também representadas para cada material as quatro curvas de variação da carga com a temperatura para os pontos de início de amolecimento e também para os relativos a 5, 10 e 40% de amolecimento, em relação ao comprimento máximo (Figs. 10, 11, 12, 13).

Curvas de amolecimento do tejolo A

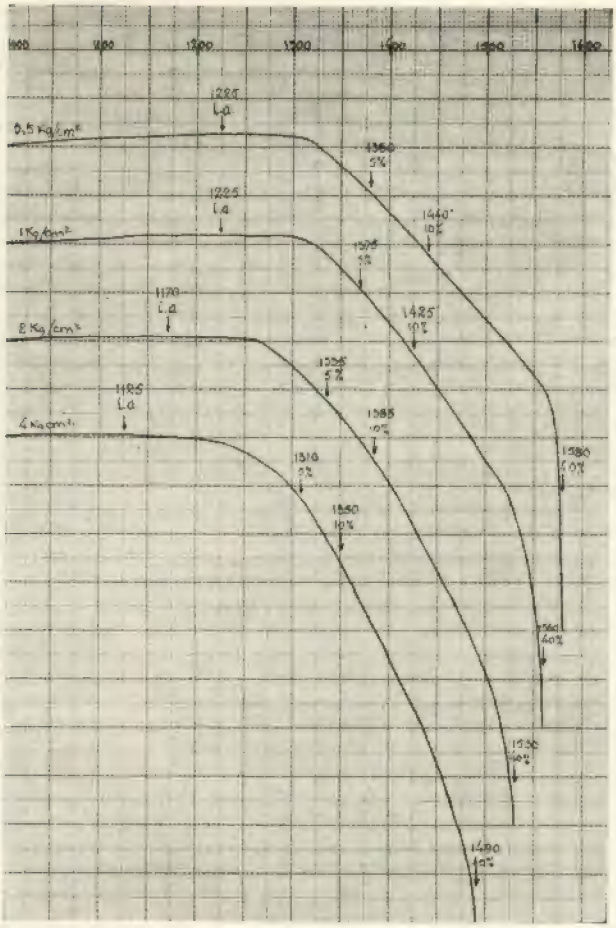


Fig. 6

Curvas de amolecimento do tejolo B

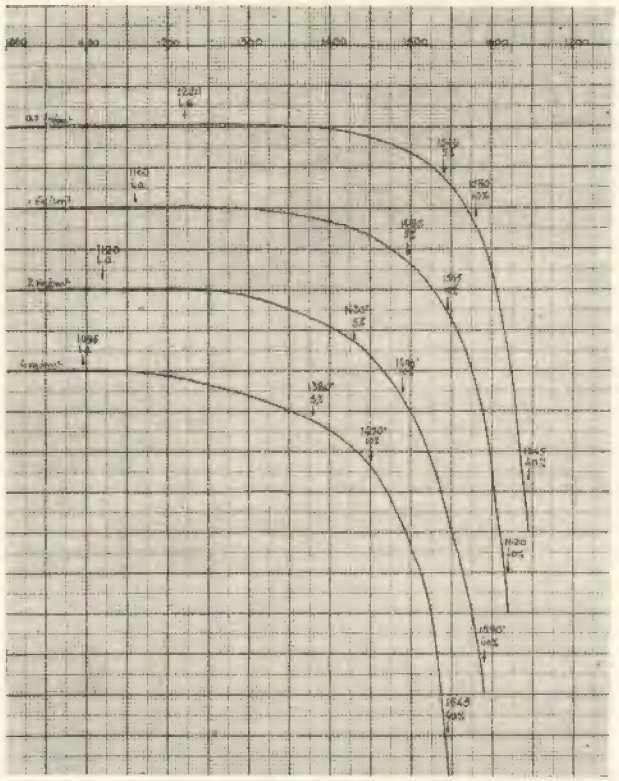


Fig. 7

Do exame destas curvas, pòdemos chegar a duas espécies de resultados:

A — Conclusões
B — Hipóteses

A — *Conclusões*

a) O ponto de início de amolecimento, assim como os pontos relativos a 5, 10 e 40 % de amolecimento em relação ao comprimento máximo, variam para o mesmo material com a carga de ensaio, diminuindo sempre quando a carga aumenta.

Isto é, para um mesmo material, as temperaturas às quais tem lugar o início do amolecimento e os encurtamentos de 5, 10 e 40 % em relação ao comprimento máximo, são sucessivamente mais baixas à medida que se aumenta a carga com que realizamos o ensaio.

b) A variação dos pontos de início de amolecimento e dos relativos a 5, 10 e 40 % de amolecimento com a carga, é máxima para as pequenas cargas, diminuindo á medida que a carga aumenta.

Com efeito, se consultarmos as curvas de variação da carga com a temperatura, verificaremos que em todos os casos, mas sobretudo para o ponto de início de amolecimento, uma diferença na carga, por exemplo de 0,5 kg, corresponde a um maior intervalo de temperaturas se tiver lugar entre 0,5 e 1 kg/cm², do que se fôr entre 1 e 1,5 kg/cm², 1,5 e 2 kg/cm², etc.

Curvas de amolecimento do tejolo C

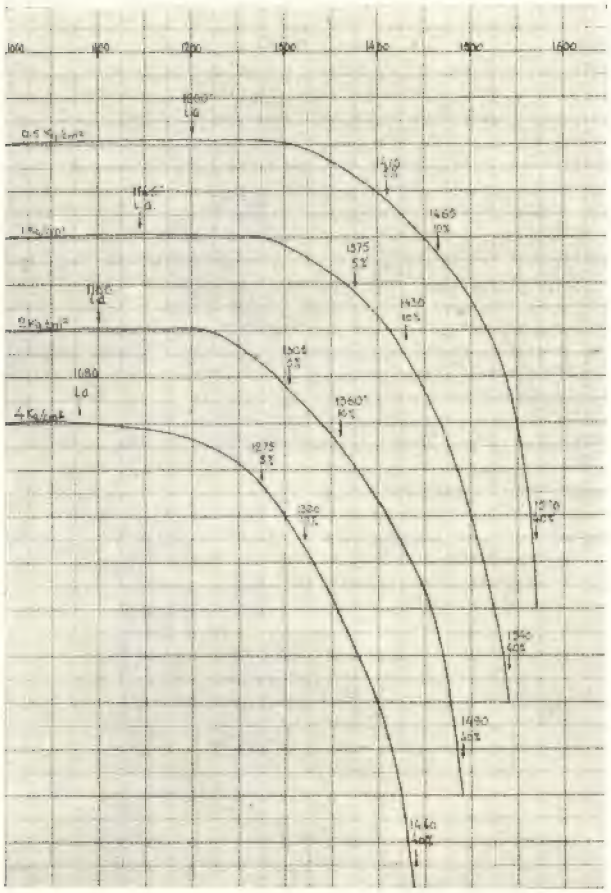


Fig. 8

Curvas de amolecimento do tejolo D

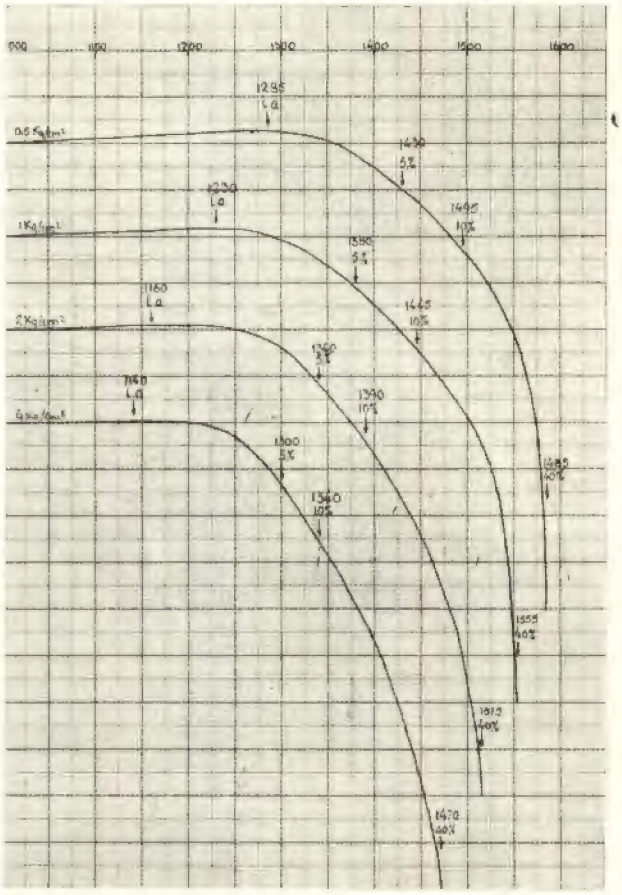


Fig. 9

c) Excepção feita ao caso do tejolo A, essa variação é muito pequena mas contudo apreciável, para cargas superiores a 2 kg/cm². Em qualquer caso, acima dêste valor da carga, essa variação diminue muito.

Assim, em todos os casos, entre as cargas de 2 e 4 kg/cm², não encontramos para ponto de início de amolecimento dos materiais, intervalos superiores a 45°, enquanto que na zona das pequenas cargas, encontramos por exemplo, no caso do tejolo B, uma diferença de 55° para o intervalo de cargas entre 0,5 e 1 kg/cm². Para êsse mesmo intervalo, encontramos 50° no tejolo C e 55° no tejolo D.

Vemos assim, que em média, na zona das pequenas cargas, encontramos para um intervalo de 0,5 kg, os mesmos valores da variação da temperatura, que na zona das cargas maiores, para intervalos de 2 kg.

No caso do tejolo A, temos uma diferença de 55° entre 1 e 2 kg/cm², e uma diferença de 45° entre 2 e 4 kg/cm².

d) À medida que o amolecimento progride, a lei de variação da carga com a temperatura, para o mesmo grau de amolecimento, tende para uma lei linear.

Por outras palavras, sempre que nos encontramos na zona dos grandes amolecimentos, a temperatura a que se atinge um determinado grau de amolecimento, é directamente proporcional à carga de ensaio.

Curvas de variação da carga com a temperatura

Tejolo A

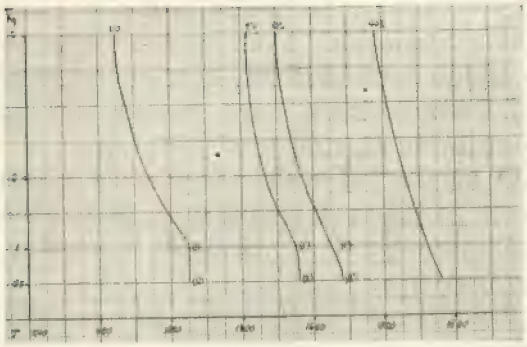


Fig. 10

Tejolo B

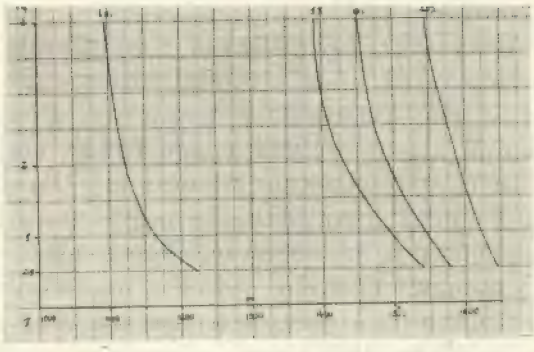


Fig. 11

Tejolo C

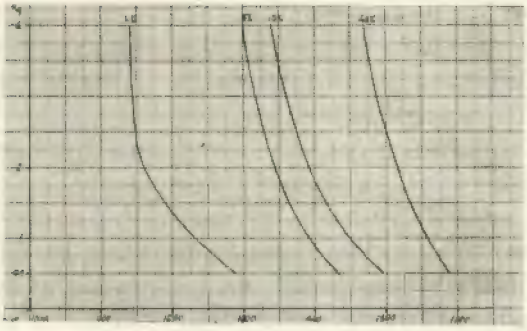


Fig. 12

Tejolo D

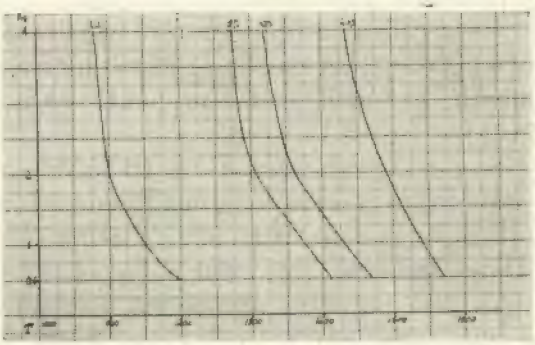


Fig. 13

Com efeito, da consulta das curvas de variação da carga com a temperatura, vemos que, à medida que progredimos do início para 40 °/₀ de amolecimento, as curvas representativas da variação se vão aproximando em todos os casos, cada vez mais, de uma recta.

* * *

B — *Hipóteses*

a) Em primeiro lugar, vamo-nos referir às anomalias apresentadas nas curvas de variação da carga com a temperatura para o ponto de início de amolecimento, e para os pontos relativos a 5 e 10 °/₀ de amolecimento, no caso de tejólo A.

Essa anomalia, parece-nos explicável do seguinte modo:

A fase líquida, cujo aparecimento tem lugar nesse material a 1225° é suficientemente fluida e aparece repentinamente em quantidades tão consideráveis, que o produto em ensaio, se comporta com igual sensibilidade quando as cargas de ensaio são de 0,5 e 1 kg/cm².

Quere dizer, quando o material é aquecido progressivamente, de início não apresenta quaisquer divergências em relação aos

outros casos, como é provado pelo andamento da curva da variação do início de amolecimento com a carga, desde a carga de 4 kg até à carga de 2 kg/cm². Todo êsse trôço da curva corresponde a temperaturas inferiores a 1225°.

Até esta temperatura a fase líquida é caracterizada por grande viscosidade e existe em quantidades pequenas. Porém, quando a temperatura atinge 1225°, verifica-se o aparecimento de uma fase líquida em grandes quantidades e muito fluída; a resistência à compressão, baixa muito e sùbitamente e então o início de amolecimento que normalmente a essa temperatura devia só ter lugar com a carga de 1 kg, verifica-se também para a carga de 0,5 kg ou talvez mesmo para uma carga ainda inferior.

A resistência do material à compressão sofre assim descontinuïdade em relação à temperatura e à carga.

Isso explica o andamento vertical de troço (1) — (2) da curva de início de amolecimento, e a existência do ponto de inflexão (1).

Nas curvas relativas a 5 e 10 % de amolecimento, essa mesma anomalia encontra-se também, mas cada vez mais esbatida.

O andamento dos troços (1′) — (2′) e (1″) — (2″) parecem afinal, ser o resultado da existência, em primeiro lugar da fase líquida inicial de grande fluidez, e depois de ulteriormente formadas pela progressão do aquecimento e que são dotadas de maior viscosidade.

A influência destas últimas, torna-se cada vez mais preponderante, verificando-se que, na curva relativa ao ponto de 40 % de amolecimento a acção da fase líquida inicial se não faz já sentir.

b) A curva relativa ao ponto de início de amolecimento, tende assintòticamente para um limite à medida que a carga aumenta.

Sendo assim, existe um valor da carga, a que chamaremos «carga crítica», acima da qual o ponto de início de amolecimento, é independente desta.

Na verdade, da consulta das curvas de variação da carga com a temperatura, para o caso do início de amolecimento, verificamos, que, em todos os casos, à medida que a carga aumenta as variações da carga com a temperatura vão sendo menores e a curva tende a tomar o andamento vertical.

Se, supusermos que a curva o chega a tomar realmente, então a todo êsse trôço de andamento vertical, corresponderá uma única temperatura, a que chamaremos «temperatura de segurança».

O menor valor da carga para o qual o ponto de início de amolecimento tem lugar à temperatura de segurança, é o valor da carga crítica.

Procuremos explicar-nos um pouco melhor:

Suponhamos que temos determinado material submetido a um processo progressivo de aquecimento e que atingimos a temperatura de segurança. Se então dermos à temperatura um aumento muito pequeno, tem lugar o aparecimento das primeiras porções de fase líquida. A menor carga suficiente para as poder denunciar por um amolecimento do material a que está aplicada, é a carga crítica.

Se agora a carga empregada fôr superior à carga crítica (mas evidentemente inferior à carga de ruptura do material à compressão a frio) então, o ponto de início de amolecimento tem lugar, da mesma maneira, à temperatura de segurança, pois que, como vimos, para cargas superiores à carga crítica, a curva representativa do ponto de amolecimento tem um andamento vertical.

Assim, em todo o intervalo de cargas que se estende desde a carga crítica, à carga de ruptura do material à compressão a frio, o ponto de início de amolecimento é independente da carga.

Até à temperatura de segurança, a segurança no emprêgo do material, debaixo do ponto de vista da possível deformação sob carga, é completa para tôdas as cargas de valor inferior à carga de ruptura do material à compressão a frio.

c) O aparecimento do primeiro grupo de eutéticos no seio do refractário, será denunciado por um ensaio de fusão em carga, em que o valor desta é igual ao da carga crítica.

Isto equivale a supor, que, quando do aquecimento progressivo de um refractário, logo que tem lugar o aparecimento de uma fase líquida, isto é, logo que se verifica a formação do primeiro grupo de eutéticos, se regista conseqüentemente uma diminuïção da resistência à compressão do material.

Se assim fôr, então o ponto máximo de resistência à compressão do material, terá lugar a uma temperatura à qual não existe em absoluto matéria fundida.

d) A temperatura à qual se verifica o valor máximo da resistência à compressão, é a temperatura de segurança.

Já atrás ficou dito que, a resistência à compressão dos materiais refractários varia com a temperatura, segundo uma lei complexa, e que o seu valor passa por um máximo a uma temperatura que, nos produtos sílico-aluminosos de boa qualidade, tem lugar na maioria dos casos a cêrca de 1000°.

Supomos aqui que, a partir dessa temperatura, a diminuïção da resistência à compressão é devida ao aparecimento das primeiras porções de fase líquida. Mas já vimos que, a temperatura de segurança é a máxima temperatura à qual ainda não existe fase líquida, e então será também aquela à qual se verifica o valor máximo da resistência à compressão. Isto é, a temperatura à qual a resistência à compressão passa por um máximo, coincide com a do ponto de início de amolecimento em ensaio sob uma carga igual à carga crítica, isto é, com a temperatura de segurança.

VI

Vale a pena assinalar, mais uma vez, quanto podem ser enganosas quaisquer conclusões tiradas a partir da análise química.

Assim, da comparação dos tejolos A e B, se verifica que apesar da percentagem de alumina ser muito inferior no segundo caso, os resultados do ensaio são muito mais satisfatórios.

Do exame dos resultados relativos ao tejolo A, conclue-se que, apesar da análise o dar como o mais isento de fundentes, regista a 1225° o aparecimento de uma fase líquida de grande fluïdez e em grandes quantidades.

Nota final:

Êste trabalho não é um trabalho completo. O assunto que estudámos ficou longe de ser esgotado.

Limitações de vária ordem se opuseram a que se completasse: Limitações de ordem material e limitação de tempo.

Impõe-se continuá-lo se queremos chegar a resultados apreciáveis: fazer ensaios com cargas superiores a 4 kg/cm², verificar se a lei suposta é verdadeira ou se novas anomalias surgem e nesse caso procurar explicá-las. Para tal será necessário possuir as condições de confecção de provetes de secção inferior para o que é preciso uma nova broca. O que ficou feito, foi uma pequena contribuïção, um pequeno passo e a indicação de novos a dar, que poderão ser bons ou maus mas dos quais resultará sempre alguma luz, ou o que é igualmente proveitoso, alguma nova dúvida a esclarecer.

BIBLIOGRAFIA

Livros:

Robert Leduc — Les produits réfractaires — Paris & Liége. Librairie Polytechnique Ch. Béranger — 1929.

Bernard Long — Les proprietés physique et la fusion du verre. Paris, Dunod — 1933.

Alfred B. Searle — Refractory materials, their manufacture and uses — Charles Griffin & Cie Ltd. London 1940.

Revistas:

M. Lepingle — Examen des produits réfractaires. Constitution et méthodes d'essai — Societé Belge des Ingénieurs et des Industrieles — Juillet-Aout, 1929.

M. Lepingle — Relations entre la teneur em alumine et les temperatures de début de ramolissement. — IX Congrés de chimie industrielle — 13-19 Octobre, 1929.

Charles Meurice — Essais des Réfractaires — Bulletin de l'Industrie Chimique Belge — N.° 5-6, 1960.

C. Meurice — Examen des réfractaires — Conférence donnée à Anvers à la Societé Chimique de Bélgique — Juin 1931.

B. Long — Science et Industria, 2, 1929.

Deutsch Normen — Prufverfahren fur feuerfeste Baustoff Din 1064, Juli 1930.

Uma correcção num vacuómetro de precisão

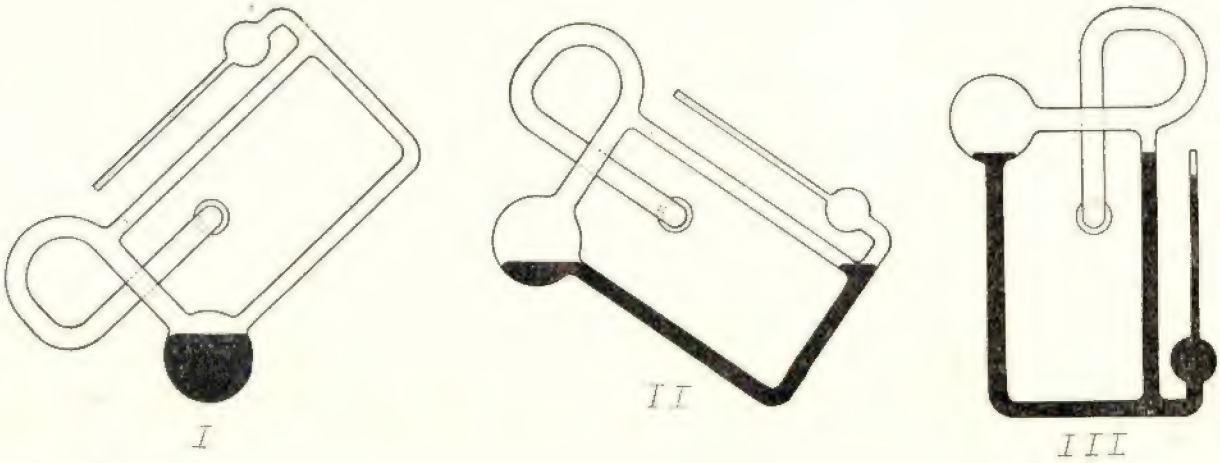
PELO ENG.º QUÍMICO A. BORGES DE ALMEIDA

Os vacuómetros são utilizados na determinação de pressões muito pequenas, entre 5 e 0,001 mm, inferiores portanto às alcançadas com a trompa de água, que não vão além de 9 mm.

Rarefacções tão grandes, conseguem-se cómoda e ràpidamente, com bombas de óleo, accionadas por motores eléctricos, que são muito usadas na indústria e nos laboratórios, tanto de física como de química. Nos de química orgânica, tornaram-se indispensáveis para as destilações no vácuo, porque, como é do conhecimento geral, uma substância entra em ebulição a uma temperatura tanto mais baixa quanto menor fôr a pressão sôbre a sua superfície livre, sendo, por esta razão, possível destilar a pressões muito reduzidas, compostos que não suportariam, sem alteração, o aquecimento necessário para a destilação à pressão atmosférica. O conhecimento exacto da pressão durante a ebulição, é muito importante, porque juntamente com o da temperatura, permite estabelecer o ponto de ebulição, uma das principais constantes físicas para a caracterização dos compostos orgânicos, sobretudo dos líquidos.

Há vários tipos de vacuómetros. São vulgarmente de vidro, constituídos por duas peças, que se ligam uma à outra por meio dos seus extremos esmerilados. A mais simples, um tubo recto ou curvo, serve para o fixar na parte superior duma tôrre de depuração, contendo uma camada de cal sodada e outra de cloreto de cálcio, a qual se liga com tubos de borracha e torneiras de vidro, pela parte superior, à bomba de óleo e pela inferior, ao recipiente onde se pretende obter o vácuo.

Determina-se a pressão, fazendo rodar a parte móvel do vacuómetro em tôrno do seu eixo horizontal, comum às duas peças, da posição I para a posição III. Procede-se à leitura, quando a superfície livre do mercúrio no ramo central, atinge o traço de referência. Tem-se assim em milímetros de mercúrio, a pressão desejada.



Tendo sido necessário adquirir, para o Laboratório do Instituto de Farmacologia da Faculdade de Medicina de Lisboa, um vacuómetro novo, foi escolhido, num catálogo duma firma estrangeira de reconhecida competência, dentre os modelos de precisão que apresentava, um, com escala de 0,01 a 5 mm, de acôrdo com as características da bomba de óleo a que devia ser adaptado (normal 1 mm, mínimo 0,1 mm).

Feita a encomenda, recebemos passado algum tempo, as duas peças de vidro com esmerilado normalizado, de construção sólida e prática, tendo gravados em lugar bem visível, um número de ordem (N.º 129), a massa do mercúrio a empregar, o nome e a direcção da firma construtora, para mostrar ser êste, um instrumento de precisão.

Apesar de tôdas estas garantias, não o utilizámos nos trabalhos de investigação neste Instituto, sem prèviamente submeter a graduação da sua escala a uma verificação, que sem absoluto rigor, nos revelasse qualquer êrro grosseiro.

Estávamos em face do seguinte problema: Procurar um método, que nos permitisse verificar aproximadamente, se as pressões gravadas na escala do vacuómetro correspondiam realmente aos respectivos traços.

Para o resolver, voltámos a observar, com mais cuidado, o que se passava durante a rotação, anterior à leitura da pressão. Notámos que o mercúrio era obrigado a deslocar-se e que num dado momento, posição II, começava a comprimir um certo volume V, sempre o mesmo, de ar no interior do vacuómetro. Essa massa de ar, que inicialmente se encontrava à pressão x que pretendíamos conhecer, passava a ocupar no momento da leitura, um volume muito menor v, devido a um aumento de pressão, que era dado, pela altura da coluna de mercúrio no ramo central, entre o traço de referência e o nível da superfície livre dentro do tubo graduado. Notamos também, que, por construção, o traço de referência e a base superior do cilindro recto, dentro do qual o ar era na fase final comprimido, estavam no mesmo plano. Portanto a altura h dessa coluna de mercúrio era igual à da coluna do gás comprimido.

Aplicando então uma lei bem conhecida

$$V\,x = v\,(h + x)$$

e fazendo $v = s\,h$, sendo s a secção interior do tubo graduado deduzimos

$$V\,x = s\,h\,(h + s) = s\,h^2 + s\,h\,x$$

que nos deu

$$x = \frac{s\,h^2}{V - s\,h}$$

A resolução do problema dependia agora da determinação das duas constantes V e s e dos valores de h para cada traço da escala. Achámos o valor de V, enchendo de mercúrio o espaço ocupado pelo ar no comêço da compressão. Fizemos para isso, funcionar a bomba de óleo durante algum tempo, até ser atingido o máximo possível na rarefacção (um pouco menos de 0,1 mm) e, estabelecendo a ligação com o exterior, deixámos entrar ar no vacuómetro, mantido na posição própria para a leitura. Dêste modo, o volume do ar comprimido por cima do mercúrio tornou-se pràticamente nulo. Separada a peça móvel da fixa à tôrre, foi suficiente incliná-la um pouco em relação à posição horizontal para destacar todo o mercúrio que ficara fora do espaço destinado à compressão. Retirada esta porção de mercúrio do vacuómetro, foi em seguida destacado o restante, colocando a peça no seu lugar e fazendo de novo funcionar a bomba. Pêso da última porção de mercúrio : 103,2 g.

Sendo 13,6 g/cm³ o pêso específico do mercúrio, tínhamos

$$V = \frac{P}{p} = \frac{103{,}2}{13{,}6} = 7{,}58\ \text{cm}^3$$

O valor de s, foi obtido dum modo análogo, enchendo com mercúrio tôda a região do tubo graduado, com calibre constante. Altura dessa coluna de mercúrio, medida

com uma craveira: 9,63 cm. Pêso do mercúrio : 5,2 g.

Donde

$$s = \frac{v}{h} = \frac{P'}{ph} = \frac{5,2}{13,6 \times 9,63} = 0,04 \text{ cm}^2$$

Na tabela seguinte encontram-se reünidos os valores em milímetros obtidos por êste processo, assim como os valores das pressões, deduzidos para cada traço da escala.

Traços da escala	Valores gravados	Valores determinados		Valores deduzidos
		h	x	x
—	0,005	3	0,00475	0,005
—		7,2	**0,0274**	**0,025**
—	0,05	9,5	0,0479	0,05
—	0,1	13,6	0,0983	0,1
—		19,5	0,203	0,2
—		23,5	0,295	0,3
—		27,5	0,405	0,4
—	0,5	30,8	0,509	0,5
—		34,0	0,621	0,6
—		36,5	0,717	0,7
—		39,1	0,824	0,8
—		41,4	0,925	0,9
—	1,0	44,0	1,04	1,0
—		54,2	**1,59**	**1,5**
—		62,0	**2,10**	**2,0**
—		69,4	**2,64**	**2,5**
—		76,4	**3,21**	**3,0**
—	6 mm	81,7	**3,68**	**3,5**

Conclusão: — Encontrámos um êrro na graduação do vacuómetro. *Onde estava gravado 6 mm devia estar 3,5 mm.*

Tendo prêso um cartão, devidamente protegido, para não se estragar, com as indicações que damos a seguir, foi êste vacuómetro depois utilizado muitas vezes, sempre inteiramente satisfeitos com o seu bom funcionamento.

VACUÓMETRO N.º 129

Correcção

0,005 —
— 0,025
0,05 —
0,1 —
— 0,2
— 0,3
— 0,4
0,5 —
— 0,6
— 0,7
— 0,8
— 0,9
1,0 —
— 1,5
— 2,0
— 2,5
— 3,0
6 ⟶ — 3,5

Para evitar que outros investigadores fôssem levados a cometer erros nos seus trabalhos, informámos detalhadamente a firma construtora sôbre tôdas as nossas observações, lembrando-lhe algumas alterações que nos pareceram lógicas.

Com a publicação dêste artigo não desejamos desvalorizar trabalho alheio. O que pretendemos é chamar tôda a atenção dos técnicos portugueses para a necessidade de verificarem, sempre que fôr possível, as escalas dos instrumentos com que tenham de trabalhar, mesmo quando acompanhadas das maiores garantias.

BARRAGEM DO CASTÊLO

Por uma falta lamentável, não dissémos, no número anterior, que a execução desta barragem se deve à Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola. O projecto da barragem e do dique, estudado e apresentado pela Junta em 1935, foi aprovado por Sua Excelência o Ministro das Obras Públicas em 10 de Junho do mesmo ano, depois de ouvido o Conselho Superior de Obras Públicas e de parecer aprovativo por êste dado.

Em Agôsto de 1936 começaram as obras depois de adjudicadas mediante concurso público.

DO MUNDO TÉCNICO

Equação dos três momentos, mais generalizada

Sua aplicação à resolução da viga contínua, com desenvolvimento poligonal em planta, extremos encastrados e apoios intermédios simples, todos de nível, submetida a esforços flexo-torsores

Pelo Eng.º ÓSCAR RIMOLDI

Resumo — Foi extensamente estudada a viga contínua de eixo rectilíneo, de tão grande aplicação, sôbre o qual se tem escrito muito. Mas a viga contínua pode ser de eixo poligonal, e não apenas como uma simples concepção, visto que muitas estruturas existentes materializam a viga que, sem solução de continuïdade, se estende sôbre vários apoios, rígidos ou elásticos.

Assim como a clássica e famosa equação de Clapeyron-Bertot resolve em princípio o problema da indeterminação estática que apresenta tôda a viga contínua recta, é igualmente possível estabelecer uma equação de recurrência semelhante àquela e aplicável às vigas contínuas de eixo poligonal, envolvendo como caso particular a de Clapeyron-Bertot quando o eixo poligonal se torna recto.

I — Introdução

O autor propõe-se generalizar a conhecida e célebre equação dos três momentos, estabelecendo uma equação semelhante a esta, mas aplicável a um tipo de estrutura contínua concebida com um desenvolvimento poligonal em planta, apoios simples nos seus vértices, todos de nível, sujeita à acção de fôrças normais ao seu plano.

Tal tipo de estruturas apresenta-se no caso de vigas contínuas de balcão sôbre colunas ou pilares, vigas contínuas poligonais sôbre colunas ou estacas, etc., carregadas verticalmente, e em vigas aporticadas, em planos verticais, sujeitas à acção do vento ou pressões frontais.

Nos casos citados e noutros semelhantes apresenta-se, além de um problema de indeterminação estática, a necessidade de confrontar a existência de momentos torsores cuja consideração não deve desprezar-se. Se é verdade que o método das derivadas parciais do trabalho de deformação nos fornece, em princípio, a forma de resolver o problema, tal método é pràticamente inabordável, fora de certos casos especiais. A equação que passamos a estabelecer pode tornar-se, a nosso ver, sumamente útil nas aplicações.

II — Notação

Adoptaremos os seguintes símbolos, com o significado que se transcreve, de acôrdo com os esquemas da figura 1:

α_i = rotação absoluta por flexão da secção no extremo direito de um tramo i.

α'_i = rotação absoluta por flexão da secção no extremo esquerdo de um tramo i.

Q_i = rotação absoluta por torsão da secção no extremo direito de um tramo i.

Q'_i = rotação absoluta por torsão da secção no estremo esquerdo de um tramo i.

ω_i = ângulo determinado pelas direcções de dois tramos sucessivos i, $i+i$.

M_i = momento flector correspondente à secção no extremo direito de um tramo i.

M'_i = momento flector correspondente à secção no extremo esquerdo de um tramo i.

T_i = momento de torsão ao longo de um tramo i.

$M_{i,x}$ = momento flector num ponto de abecissa x, contada a partir do apoio esquerdo, de um tramo i.

$\mu_{i,x}$ = momento flector num ponto de abecissa x, contada a partir do apoio esquerdo, de um tramo i, originado pelas cargas directamente aplicadas no referido tramo, suposto em condições de simples apoio.

A_{i-1}, A_i = estremos esquerdo e direito, respectivamente, de um tramo i.

l_i = vão de um tramo $i \equiv A_{i-1} - A_i$.

R_{Ai} = reacção num apoio A_i proveniente do tramo directamente à esquerda.

R'_{Ai} = reacção num apoio A_{i-1} proveniente do tramo directamente à direita.

E = módulo de elasticidade longitudinal do material da estrutura.

G = módulo de elasticidade transversal do material da estrutura.

I = momento de inércia da secção transversal da estrutura.

I_t = momento de inércia torsional da secção transversal da estrutura.

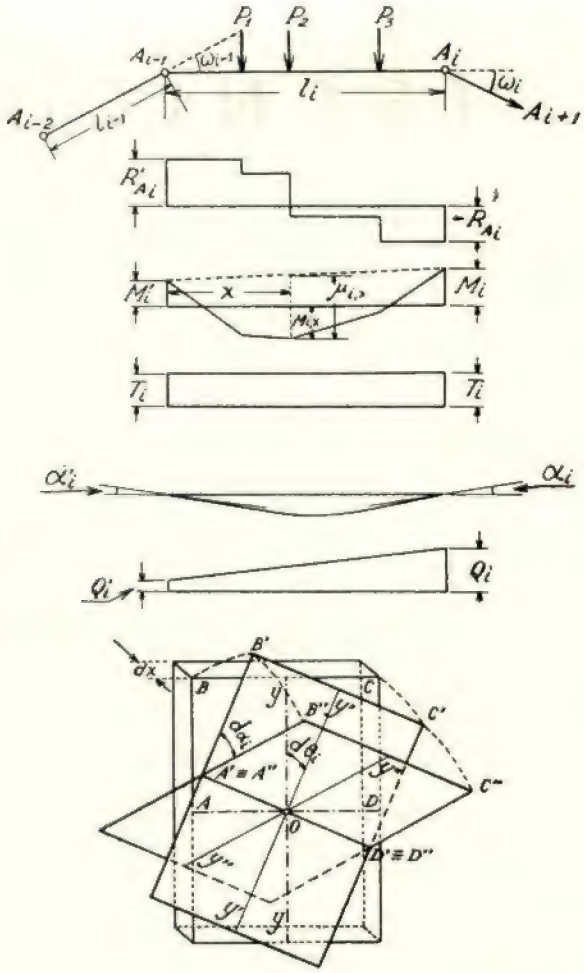


Fig. 1

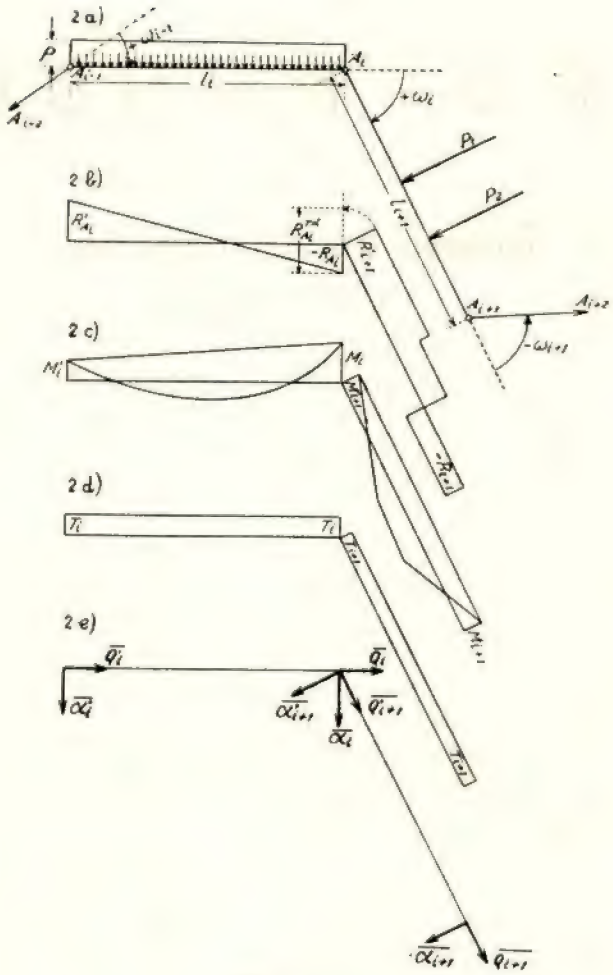


Fig. 2

III — Dedução da equação dos três momentos mais generalizada

Tendo presente que os momentos torsores T_i ao longo de cada tramo i rectilíneo são constantes, e que tanto as rotações (efeitos) como os momentos (causas) são grandezas vectoriais, passemos a estabelecer a «equação dos três momentos, mais generalizada». Para isso, suponhamos dois tramos quaisquer sucessivos $i, i+1$, de um sistema poligonal contínuo de n tramos (fig. 2a). A representação desta figura está em planta, e as cargas aplicadas, normais ao plano da figura, supõem-se rebatidas de 90° sôbre o plano da figura. Em 2b, 2c e 2d esquematizaram-se os diagramas dos esforços cortantes, momentos flectores e momentos torsores correspondentes aos dois tramos considerados. Em 2e, finalmente, traçaram-se os vectores representativos dos binários de flexão e de torsão nos extremos dos dois tramos contíguos $i, i+1$.

Supondo o tramo esquerdo $i = A_{i-1} - A_i$ desligado do resto da estrutura, a rotação absoluta por flexão α_i, experimentada pela secção extrema direita do dito tramo, vem expressa, como é sabido, pelo valor da reacção direita da viga idealmente carregada com as fôrças específicas $\frac{M_{i,x}}{E.I}$ (momentos reduzidos ou pesos elásticos); portanto, é lícito escrever:

$$\alpha_i = -\frac{1}{E.I.l_i}\int_0^{l_i} M_{i,x}.x.dx \qquad (1)$$

e visto que algèbricamente se tem:

$$M_{i,x} = M'_i + \frac{(M_i - M'_i).x}{l_i} + \mu_{i,x} \qquad (2)$$

a expressão (1) transforma-se em:

$$\alpha_i = -\frac{1}{E.I.l_i}\int_0^{l_i}\left(M'_i + \frac{M_i - M'_i}{l_i}x + \mu_{i,x}\right)x.dx$$

$$= -\frac{l_i}{6.E.I}\left[M'_i + 2M_i + \frac{6}{l_i}\int_0^{l_i}\mu_{i,x}.x.dx\right] \qquad (3)$$

Por uma consideração idêntica à que serviu para exprimir (1), podemos escrever:

$$\alpha'_{i+1} = \frac{1}{E.I.l_{i+1}} \int_0^{l_{i+1}} M_{i+1,x} (l_{i+1} - x)\, dx \qquad (4)$$

e introduzindo em (4) o valor de $M_{i+1,x}$ dado por (2), com prévia mudança de subindices:

$$\alpha'_i = \frac{1}{E.I.l_{i+1}} \int_0^{l_{i+1}} \left(M'_{i+1} + \frac{(M_{i+1} - M'_{i+1})\, x}{l_{i+1}} + \right.$$

$$\left. + \mu_{i+1,x} \right) (l_{i+1} - x)\, dx$$

$$= \frac{l_{i+1}}{6.E.I} \left[2 M'_{i+1} + M_{i+1} + \right.$$

$$\left. + \frac{6}{l^2_{i+1}} \int_0^{l_{i+1}} \mu_{i+1,x} (l_{i+1} - x)\, dx \right] \qquad (5)$$

Num vértice A_i, para uma secção infinitamente próxima à esquerda, têm lugar as rotações α_i (por flexão) e Q_i (por torsão), cujos vectores representativos aparecem indicados na figuara 3.

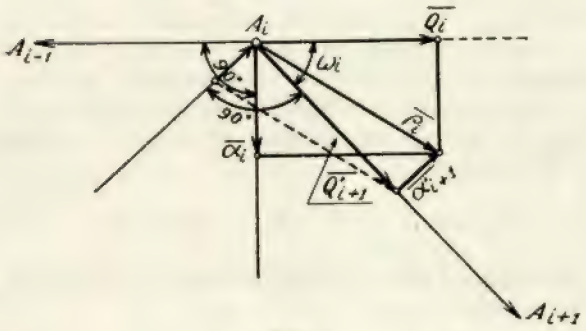


Fig. 3

Compostas ambas as rotações, obtém-se a rotação resultante, cujo vector representativo, decomposto, por sua vez, em outros dois, segundo a direcção do tramo $i+1$ e da sua normal, permite conhecer as rotações α'_{i+1} e Q'_{i+1}, por flexão e torsão, respectivamente, numa secção infinitamente próxima à direita de A_i.

Por conseqüência:

$$\begin{aligned} \alpha'_{i+1} &= \alpha_i \,.\, \cos \omega_i - Q_i \,.\, \operatorname{sen} \omega_i \\ Q'_{i+1} &= Q_i \,.\, \cos \omega_i + \,.\, \operatorname{sen} \omega_i \end{aligned} \qquad (6)$$

Introduzindo na primeira das anteriores as expressões (3) e (5), resulta:

$$- \frac{l_{i+1}}{6.E.I} \left[2 M'_{i+1} + M_{i+1} + \right.$$

$$\left. + \frac{6}{l^2_{i+1}} \int_0^{l_{i+1}} \mu_{i+1,x} (l_{i+1} - x)\, dx \right] =$$

$$= \left(\frac{l_i}{6.E.I} \left[M'_i + 2 M_i + \frac{6}{l^2_i} \int_0^{l_i} \mu_{i,x} . x . dx \right] \right) \cos \omega_i +$$

$$+ Q_i \,.\, \operatorname{sen} \omega_i \qquad (7)$$

Por outro lado, por razões de continuïdade, podemos escrever:

$$Q_i = Q'_i + \int_0^{l_i} \frac{T_i \,.\, dx}{G.I_t} = Q'_i + \frac{T_i \,.\, l_i}{G.I_t} \qquad (8)$$

$$M'_{i+1} = M_i \,.\, \cos \omega_i - T_i \,.\, \operatorname{sen} \omega_i \qquad (9)$$

Introduzindo em (7) os valores dados por (8) e (9), simplificando, transpondo e ordenando, chega-se a:

$$[M'_i \,.\, l_i + 2 M_i (l_i + l_{i+1})] \,.\, \cos \omega_i + M_{i+1} \,.\, l_{i+1}$$

$$= -6 \left[\frac{\cos \omega_i}{l_i} \int_0^{l_i} \mu_{i,x} . x . dx + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{l_{i+1}} \int_0^{l_{i\times 1}} \mu_{i\,1+}, x (l_{i+1} - x)\, dx \right] \qquad (10)$$

$$- 2 T_i \left(\frac{3.E.l_i}{G.I_t} - l_{i+1} \right) \operatorname{sen} \omega_i - 6 Q'_i \,.\, E.I. \operatorname{sen} \omega_i$$

O primeiro termo do segundo membro de (10), para uma estrutura de forma geométrica dada, depende apenas das condições de carga e, portanto, êsse termo é função exclusiva das cargas, denominando-se, por extensão, «termo de carga». Fazendo:

$$- N_i^{i+1} = 6 \left[\frac{\cos \omega_i}{l_i} \int_0^{l_i} \mu_{i,x} . x . dx + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{l_{i+1}} \int_0^{l_i} \mu_{i+1,x} (l_{i+1} - x)\, dx \right] \qquad (11)$$

a expressão (10) pode escrever-se abreviadamente:

$$[M'_i \,.\, l_i + 2 M_i (l_i + l_{i+1})] \cos \omega_i + M_{i+1} \,.\, l_{i+1} =$$

$$= N_i^{i+1} - 2 T_i \left(\frac{3.E.I.l_i}{G.I_t} - l_{i+1} \right) \operatorname{sen} \omega_i -$$

$$- 6 \,.\, Q'_i . E.I. \operatorname{sen} \omega_i \qquad (12)$$

Tal é, definitivamente, a «equação dos três momentos, mais generalizada», para vigas contínuas com desenvolvimento poligonal em planta e cargas normais ao seu plano, aplicáveis a dois tramos sucessivos ou contígnos $i, i+1$ quaisquer, de uma viga de n tramos, com apoios de nível.

É interessante investigar um caso muito especial e particular: se supomos ângulos $\omega_i = 0 (i = 1, 2, \ldots, n-1)$, a equação (12) transforma-se em:

$$M'_i l_i + 2 M_i (l_i + l_{i+1}) + M_{i+1} \cdot l_{i+1} = N_i^{i+1}$$

que é a conhecida «equação dos três momentos», denominada também «de Clapeyron» ou «de Bertot», para vigas contínuas rectilínas, no caso mais simples de apoios de igual nível e momento de inércia I constante.

No caso particular suposto, a expressão (11) toma a forma, igualmente conhecida:

$$- N_i^{i+1} = \frac{6}{l_i^2} \int_0^{l_i} \mu_{i,x} \cdot x \cdot dx +$$

$$+ \frac{6}{l_{i+1}} \int_0^{l_{i+1}} \mu_{i+1,x} (l_{i+1} - x) \, dx$$

O termo de carga N_i^{i+1} determina-se imediatamente para uma viga cujas dimensões e condições de carga são conhecidas, podendo fazer-se o seu cálculo, de maneira cómoda e rápida, utilizando as tabelas que para tal efeito foram construídas.

IV — Breves considerações complementares referentes ao emprêgo da equação dos três momentos, mais generalizada

A equação (12) deduzida constitui uma relação de recorrência, podendo ser estabelecida ou reiterada tantas vezes quantos os pares de tramos contíguos ou adjacentes que constituem uma viga contínua, e, por conseqüência, uma viga contínua de n tramos permite aplicar reiteradamente a equação (12), $n - 1$ vezes.

Se todos os apoios intermédios de uma viga contínua, com desenvolvimento poligonal em planta, submetida à acção de esforços fleco-torsores, se supõem simples (móveis horizontalmente), como admitimos «a priori», para realizá-la pràticamente haverá que encastrar à torsão os dois extremos ou, ao menos, um dêles, e como o encastramento à torsão implica, necessária ou vantajosamente, o encastramento à flexão, a recorrência à equação (12), conjuntamente com as outras equações de condição que traduzem as exigências impostas pelas ligações exteriores ou de sustentação, permite resolver todos os casos que se apresentem, qualquer que seja o seu grau de hiperestaticidade.

Com efeito, comprová-lo-emos para os dois casos que se mencionam seguidamente, nos quais suporemos cargas exclusivamente normais ao plano da viga.

1.º — *Viga poligonal contínua com um só extremo encastrado à flexão e torsão.*

Se a viga é de n tramos, existirão:

$$(n - 1) \text{ apoios intermédios} + 2 \text{ apoios extremos} = (n + 1) \text{ apoios}$$

Sendo tôdas as cargas normais ao plano da estrutura e todos os apoios intermédios móveis num plano paralelo ao da mesma, as reacções de ligação serão igualmente normais ao plano daquela — paralelas às cargas, — e em cada apoio intermédio implica uma só incógnita: a intensidade da reacção de ligação correspondente. Por outro lado, se num dos extremos dispomos de um apoio simples (móvel), êste pressupõe outra incógnita, e se no extremo admitimos a existência de um encastramento à flexão e torsão, êste apresentará três novas incógnitas: as intensidades da reacção de ligação, do binário de encastramento à flexão e do binário de encastramento à torsão. Resumindo:

$(n - 1)$ apoios intermédios implicam	$(n - 1)$	incógnitas
1 apoio extremo implica.....	1	incógnita
1 apoio extremo implica.....	3	incógnitas
Total.....	$(n + 3)$	incógnitas

Para o equilíbrio de um sistema de fôrças paralelas (cargas e reacções de ligação) no espaço, dispomos apenas de três equações. Com efeito, as seis equações cartesianas gerais que traduzem as duas condições vectoriais a que deve satisfazer um sistema especial de fôrças em equilíbrio, reduzem-se a três no caso de um sistema especial de fôrças paralelas. Se, por exemplo, considerarmos um terno ortogonal de eixos, e tomarmos como eixo dos ZZ a direcção comum das fôrças do sistema, as equações de equilíbrio serão, evidentemente:

$$\Sigma Z = 0 , \quad \Sigma M_x = 0 ; \quad \Sigma M_y = 0 ;$$

Portanto, o grau de hiperestaticidade da estrutura será de ordem:

$$(n + 3) - 3 = n_{\text{ésimo}}$$

e a resolução duma tal estrutura exige mais n equações. Correspondendo à viga de n tramos, $(n - 1)$ pares de tramos contíguos ou adjacentes, a aplicação reiterada da equação dos três momentos, mais generalizada, permitirá escrever $(n - 1)$ equações de condição. Estando, ainda, um extremo encastrado, poderemos escrever outra equação que exprima o anulamento do ângulo $\begin{pmatrix} \alpha'_o \\ \alpha_n \end{pmatrix}$ do apoio $\begin{pmatrix} A_o \\ A_n \end{pmatrix}$ encastrado à flexão; no total, pois:

$$(n - 1) + 1 = n \text{ equações}$$

igual ao número de incógnitas hiperestáticas ou superabundantes.

2.º — *Viga poligonal contínua com ambos os extremos encastrados à flexão e torsão.*

Raciocinando de forma semelhante, deduz-se que o número total de incógnitas, no caso presente, ascende a $(n+5)$, sendo o grau de hiperestaticidade da estrutura, portanto, de ordem $(n+2)$ ésimo.

O número de equações de que podemos dispor, atendendo à continuïdade da estrutura e às suas condições de ligação ou de deformabilidade, será:

$(n-1)$ equações pela aplicação reiterada da equação dos três momentos, mais generalizadas.
2 equações exprimindo o anulamento das rotações α'_0 e α_n por flexão nos extremos A_0 e A_n encastrados.
1 equação exprimindo o anulamento da rotação Q_n por torsão no extremo A_n encastrado.

$(n+2)$ equações no total.

(Da revista *Ciencia y Tecnica*)

A regulação automática ultra-rápida dos fornos eléctricos

É um facto bem conhecido que a marcha dum forno eléctrico de arco é caracterizada por modificações contínuas no estado do banho e do seu ambiente, produzindo variações da potência absorvida pelo forno, variações mais ou menos importantes segundo os produtos tratados.

Estas são causa de múltiplos inconvenientes: diminuïção do rendimento do forno, má utilização das linhas, dos transformadores e dos geradores, pontas na rêde, disjunções, etc. As flutuações do banho, que não são menos incómodas, traduzem-se, por sua vez, em variações da potência, num uso excessivo do eléctrodo e sobretudo, numa carboração do banho, atingindo-se em geral um fim diferente daquele que se procurava.

A regulação dos eléctrodos tem pois uma importância capital que leva cada vez mais os directores técnicos das fábricas a não confiar esta manobra delicada a uma mão de obra incontrolável e onerosa, mas a recorrerem à regulação automática. A qualidade da produção depende em grande parte da rapidez com a qual os eléctrodos seguem as flutuações do banho e da intensidade absorvida; não satisfaz, pois, hoje em dia, uma regulação automática qualquer, havendo que ligar uma grande importância a uma «regulação ultra-rápida».

Um único processo de comando dos eléctrodos responde inteiramente às condições essenciais duma regulação ultra-rápida: o do macaco hidráulico. Êste último é, com efeito, um órgão duma perfeita «souplesse», capaz do maior trabalho, e tendo uma inércia desprezível; permite o comando do eléctrodo, quer directamente quer por cabo, sem interposição de órgãos intermediários.

O regulador que comanda os macacos hidráulicos deve naturalmente possuir uma rapidez de acção própria muito grande. Esta condição é plenamente satisfeita pelo regulador «Sécheron Tipo HF», que é constituído por um sistema de medida accionando um distribuïdor de água sob pressão, por intermédio dum «relais» com pressão de óleo. O distribuïdor envia a água para o macaco de manobra do eléctrodo ou permite a evacuação dêste último, segundo as variações da grandeza regulada.

O regulador Sécheren HF pode ser estabelecido para qualquer tipo de regulação: intensidade, tensão, potência ou impedância — e para tôdas as combinações dêstes regimes. Dá-se muitas vezes a preferência à regulação de impedância, que mantém constante o valor da impedância do arco de cada eléctrodo. Êste sistema de regulação é o único que assegura a independência dos três eléctrodos dum forno trifásico e que provoca apenas o deslocamento do eléctrodo que não tem a sua carga correcta, ficando os outros imóveis. A regulação por impedância realiza pois o mínimo de movimento necessário, o que é muito favorável à duração dos órgãos postos em movimento (electrodos, porta-electrodos, macacos, etc.); a qualidade do produto tratado melhora-se também muitas vezes com esta regulação.

O regulador hidráulico ultra-rápido utiliza-se com sucesso nos fornos com regime de marcha muito irregular, tais como: fornos de aço, fornos de ferro-crómio e ferro-tungsténio, e fornos de ferro-ligas, em geral. Os resultados notáveis obtidos pelo emprêgo dos reguladores Sécheron Tipo HF confirmaram-se cada vez mais por uma clientela constituída pelas mais importantes fábricas de aço e oficinas electro-metalúrgicas do continente.

Para os outros fornos eléctricos, género «carbure», por exemplo, os Ateliers de Sécheron fornecem reguladores Sécheron, tipo Thury, com comutador para o comando directo do motor do guincho dos electrodos. Estes reguladores, espalhados pelo mundo inteiro, fornecem uma solução económica para tôdas as regulações dos fornos eléctricos e fàcilmente se encontra a prova de que o seu custo é amortizado em menos de um ano, ùnicamente pela redução das despesas de mão de obra, vantagem à qual se junta uma diminuïção de consumo de corrente e de electrodo.

(Da revista *Technique Suisse*)

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Álgebra — Noções

128 pág. — Preço 17$50

Geometria e Trigonometria — Noções

69 pág. — Preço 11$00

Nestes livros em que a par da exposição teórica se encontra um grande número de exercícios de aplicação, nota-se claramente o especial cuidado que o autor teve, para que êle possa realmente aproveitar aos alunos das Escolas Técnicas elementares.

Procura apresentar a beleza formal duma exposição teórica de Matemática, como se verifica sobretudo na formulação dos conceitos de variável e função tão freqüentemente estropiados, não esquecendo, no entanto, que a prática deve ser a maior preocupação do ensino numa Escola Profissional.

Das noções de Geometria e Trigonometria destacamos o estudo claro e conciso da aplicação do nónio.

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Não periódicas

Universidade Nova — Prof. Marcelo Caetano.

A indústria corticeira nas leis do condicionamento — Hernani de Barros Bernardo.

Govêrno Geral de Angola — Conselho de Coordenação Técnica e Económica — Planos de Trabalho para 1943.

Publicações periódicas

ALEMANHA

EL PROGRESSO DE LA ENGENIERIA — Janeiro de 1943.

CHILE

REVISTA DE CAMINOS — Agôsto-Setembro de 1942.

ESPANHA

DYNA — Fevereiro de 1943.

REVISTA DE FORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN PROFESIONAL — Setembro-Outubro de 1942.

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS — Fevereiro de 1943.

HUNGRIA

TECHNIKA — Fevereiro de 1943.

ITÁLIA

L'ORGANIZAZIONE SCIENTIFICA DEL LAVORO — Fevereiro de 1943.

SUÍÇA

BULLETIM SÉCHERON — N.º 14 — 1942.

REVUE BROWN BOVERI — Agôsto de 1942.

TÉCHNIQUE SUISSE — Janeiro de 1943.

PORTUGAL

ARQUITECTURA PORTUGUESA E CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Janeiro de 1943.

ANAIS DO CLUB MILITAR NAVAL — Novembro-Dezembro de 1942.

BOLETIM DA SOCIEDADE GEOLÓGICA DE PORTUGAL — Vol. II — Fasc. I — 1943.

BROTÉRIA — Fevereiro de 1943.

ESTUDOS — Fasc. II — 1943.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — N.ºs 1325 e 1326.

INDÚSTRIA PORTUGUESA — Fevereiro de 1943.

MEDECINA VETERINÁRIA — Janeiro-Fevereiro de 1943.

OCIDENTE — Fevereiro de 1943.

PORTUCALE — Janeiro-Fevereiro de 1943.

REVISTA DE ARTILHARIA — Janeiro e Fevereiro de 1943.

REVISTA DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — Janeiro-Fevereiro de 1943.

SEARA NOVA — N.ºs 811 a 814.

TABELAS TÉCNICAS

PARA

ENGENHARIA CIVIL

Compiladas por Nuno Abrantes
e A. Celestino da Costa

Sob a direcção do Prof. Vicente Ferreira

À Venda na

REDACÇÃO DA TÉCNICA

Preço 45$00

Para Assinantes 40$00

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

Standard Electrica

LISBOA

Adjudicatária para o fornecimento e montagem
da rêde de telecomunicações de ANGOLA

Emissores e receptores de T. S. F.
Válvulas de emissão e recepção

RÁDIO-BALISAGEM
ILUMINAÇAO
RADIOGONIÓMETROS
para Aeroportos

Instrumentos de precisão para medidas eléctricas
Sistemas de comunicação para tráfego ferroviário
(Train Despatching)

RÁDIO

TELEFONES — CABOS

R. AUGUSTA, 27

TELEF. 23111/2/3

TELEG. MICROPHONE

EMULSÕES

de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 20879

Telegramas: Epalda — LIBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CADAN

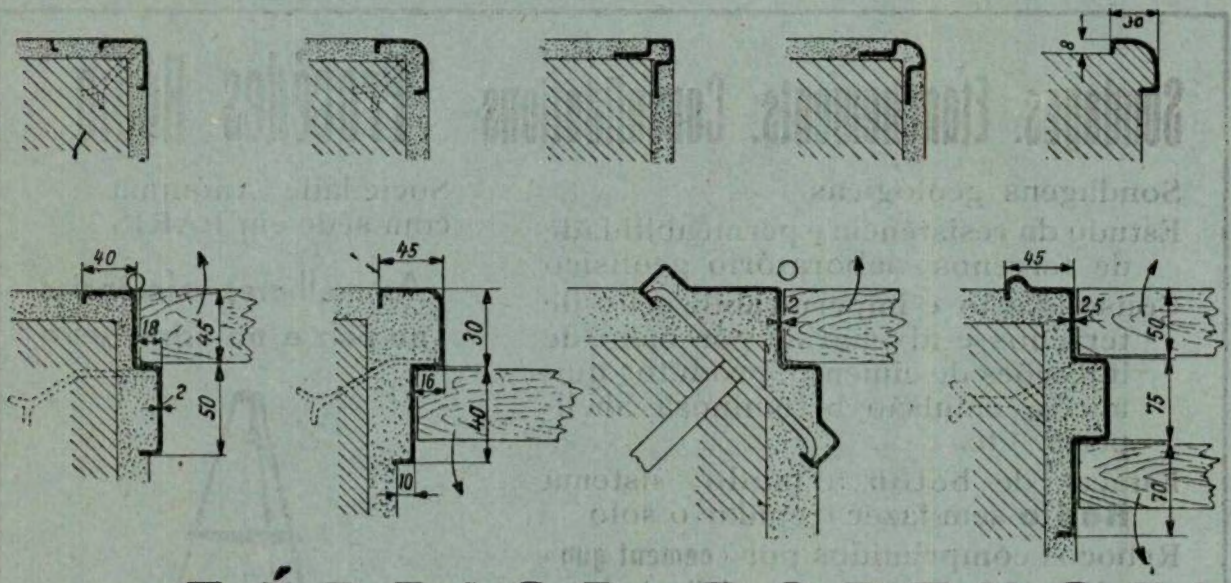
Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO:

PRAÇA DA BATALHA, 90, 2.º

ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR



LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GENEROS DE TRABALHO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

OFICINAS E LABORATÓRIOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas

Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico

Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

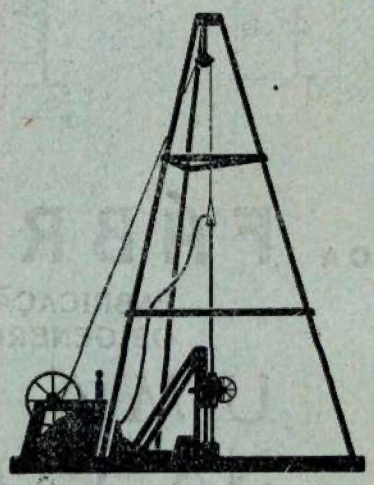
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo

Rebocos comprimidos por «cement gun»

Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685

EMPRÊSA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES, L.DA

DIRECTOR

Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

(Um quarto de século de especialização técnica)

Sondagens geológicas

Poços artezianos

Rebaixamentos do nível freático

Consolidações do solo

Impermeabilização de rochas

Captações de água subterrânea

Fundações de todos os géneros

Alicerces económicos

Estacas de todos os tipos

Consolidação de más fundações

Obras hidráulicas

Obras subterrâneas

LISBOA — RUA AUGUSTA, 280, 3.°

TELEFONE 2 3962

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua de Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.

Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira. Na parte central, duas comportas automáticas, da casa construtora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias. Em baixo, a central automática de Guilhofrei (I) com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) de 2750 cavalos e o canal de condução da água à central do Ermal (central II) com uma turbina vertical tipo Francis de 6250 cavalos (Ateliers des Charmilles) e duas horizontais (Escher-Wyss) de 500 e 1500 cavalos. Tôda a parte eléctrica (alternadores, transformadores, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa BROWN, BOVERI & Cie.